

UNTERSUCHUNGEN
ÜBER LEISTUNGSABHÄNGIGE
BLUTPARAMETER
BEI DER HENGSTLEISTUNGSPRÜFUNG
AN DER BAYERISCHEN LANDESREIT-
UND FAHRSCHULE

Dietz Donandt

Aus dem Institut für Tierzucht und Tierhygiene
der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München
Lehrstuhl für Tierzucht: Prof. Dr. H. Kräußlich

UNTERSUCHUNGEN ÜBER LEISTUNGSABHÄNGIGE BLUTPARAMETER
BEI DER HENGSTLEISTUNGSPRÜFUNG
AN DER BAYERISCHEN LANDESREIT- UND FAHRSCHULE

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München

von
Dietz Donandt
aus
Karlsruhe

München 1986

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät der
Universität München

Dekan: Prof. Dr. H. Zucker
Referent: Prof. Dr. H. Kräußlich
Korreferent: Prof. Dr. M. Merckenschlager

Tag der Promotion: 28. Februar 1986

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1. EINLEITUNG	1
2. LITERATUR	2
2.1. Ruhewerte	2
2.1.1. Serumenzyme	2
2.1.2. Metabolite und Hämatokrit	5
2.2. Belastungswerte	7
2.2.1. Einfluß der Hämokonzentration	7
2.2.2. Serumenzyme	8
2.2.3. Metabolite und Hämatokrit	12
3. MATERIAL UND METHODE	17
3.1. Beschreibung der Hengstleistungsprüfung	17
3.2. Tiermaterial	20
3.3. Probenentnahme, Transport und Lagerung	21
3.4. Bestimmung der Blutbestandteile	24
4. ERGEBNISSE	25
4.1. Prüfungsmerkmale	25
4.2. Ruhewerte	27
4.2.1. Überblick	27
4.2.2. Systematische Einflüsse	29
4.2.3. Beziehungen zwischen den Ruheparametern	36
4.2.4. Beziehungen zwischen Ruhewerten und Prüfungsmerkmalen	38
4.3. Belastungswerte bei den Tests	45
4.3.1. Übersicht	45
4.3.2. Beziehungen zwischen den Belastungswerten	46
4.3.3. Beziehungen zwischen den Belastungswerten und der Geschwindigkeit	48
4.3.4. Rangfolgen der Hengste bezüglich der korrigierten Lactatwerte	49
4.3.5. Beziehungen zwischen Belastungswerten und Prüfungsmerkmalen	50
4.4. Belastungswerte beim "Abschließenden Leistungstest"	52
4.4.1. Veränderungen der Blutwerte	52
4.4.2. Abhängigkeit der Belastungswerte von der Belastungsart	54
4.4.3. Beziehungen zwischen Belastungswerten und Prüfungsmerkmalen	56
5. DISKUSSION	58
6. ZUSAMMENFASSUNG	67
7. SUMMARY	68
8. ANHANG	69
9. LITERATURVERZEICHNIS	79

VERZEICHNIS DER ABKÜRZUNGEN

ALAT (GPT)	Alanin-Aminotransferase
ALD	Aldolase
AP	Alkalische Phosphatase
ASAT (GOT)	Aspartat-Aminotransferase
CK	Creatin-Kinase
γ -GT	γ -Glutamyl-Transferase
GLDH	Glutamat-Dehydrogenase
HLP	Hengstleistungsprüfung
LDH	Lactat-Dehydrogenase
MDH	Malat-Dehydrogenase
min ⁻¹	Umdrehungen pro Minute
SDH	Sorbit-Dehydrogenase
SF unit	Sigma-Frankel Einheit
U	Unit

Signifikanzen

n.s.	nicht signifikant $p > 0,05$
*	$p \leq 0,05$
**	$p \leq 0,01$
***	$p \leq 0,001$

1.

EINLEITUNG

Seit 1976 ist die Hengstleistungsprüfung (HLP) in der Reitpferdezucht gesetzlich vorgeschrieben. Ziel dieser Prüfung ist es, mittels physischer und psychischer Merkmale Qualitätsunterschiede zwischen den Hengsten sicher zu ermitteln. Dazu werden die Hengste gemeinsam trainiert und anschließend einer intensiven Prüfung unterzogen.

Hierbei erhebt sich die Frage, wie das vorbereitende Training und die abschließende Prüfung bei der HLP beschaffen sein müssen, um einerseits die Qualitätsunterschiede zwischen den Hengsten genügend deutlich zu machen und andererseits die jungen Hengste nicht zu überanstrengen. Eine Überanstrengung kann zu vorübergehenden oder bleibenden Schäden führen. Dies sollte wegen des hohen ideellen und materiellen Wertes der Hengste vermieden werden.

Einige Blutparameter sind von der Trainingsintensität und der individuellen Leistungsfähigkeit abhängig. Sie bieten dadurch die Möglichkeit, einerseits die Trainingsbelastung und andererseits die individuelle Leistungsfähigkeit zu beurteilen. In dieser Arbeit soll deshalb untersucht werden, ob bei der HLP Blutparameter zur Verbesserung des Trainings und zur Beurteilung der individuellen Leistungsfähigkeit genutzt werden können.

- 2. LITERATUR
- 2.1. Ruhewerte
- 2.1.1. Serumenzyme

Allgemeines

Im Serum bzw. Plasma des Pferdes sind intrazelluläre, extrazelluläre und sekretorische Enzyme nachweisbar. Von besonderem Interesse sind die intrazellulären Enzyme. Sie werden in den Ribosomen gebildet und haben ihren physiologischen Wirkungsort im Zytoplasma und in den Zellorganellen. Teilweise sind sie auch an Zellmembranen gebunden. Durch Veränderungen der Zellmembranpermeabilität und durch Zelluntergänge gelangen sie in den extrazellulären Raum, so daß sie im Blut bestimmt werden können. Aufgrund ihres Vorkommens in den einzelnen Organen können sie bestimmten Herkunftsorganen zugeordnet werden und besitzen dadurch Indikatoreigenschaften für deren Gesundheit und Belastbarkeit. Beim Pferd läßt sich auf diese Weise am besten die Belastbarkeit der Muskulatur und der Leber bestimmen.

Die Aktivität der Serumenzyme unterscheidet sich zwischen Pferden (ANDERSON 1975). Als Ursachen dieser Unterschiede gelten Trainingszustand, Leistungsfähigkeit, Alter, Haltungsförm und genetischer Einfluß (BLACKMORE 1983, JUDSON et al. 1983b).

Muskelspezifische Serumenzyme

Neben den Enzymen Creatin-Kinase (CK), Aspartat-Aminotransferase (ASAT) und Aldolase (ALD), die in dieser Arbeit wegen ihrer guten Aussagefähigkeit untersucht werden, gibt es eine große Anzahl weiterer muskelspezifischer Enzyme. ASAT gilt beim Pferd als muskelspezifisch (SOMMER et al. 1981), obwohl es bei anderen Spezies in der Leberdiagnostik verwendet wird.

Eine einzelne Anstrengung führt zu einem kurzfristigen Anstieg der muskelspezifischen Enzyme im Blut. Regelmäßiges Training bewirkt sowohl in den Muskelzellen (GUY und SNOW 1977) als auch im Blut eine Zunahme dieser Enzyme (CARDINET et al. 1963, RIETHMÜLLER und WELS 1972, SERGIJENKO 1976, GRÜN und ROHRMANN 1976, GRÜN et al. 1977, SOMMER 1983).

CARDINET et al. (1963) untersuchen die ASAT an 15 Pferden, Englischen Vollblütern und Pferden im Vollbluttyp. Neun Pferde bilden eine Kontrollgruppe und sechs Pferde werden 100 Tage auf eine Militaryprüfung vorbereitet. Dabei ist die ASAT bei den Kontrolltieren niedriger (151 SF unit/ml) als bei Pferden im Training (228 SF unit/ml). Im Verlauf des Trainings sinkt die Aktivität der ASAT ab (171 SF unit/ml) und steigt gegen Ende wieder an (230 SF unit/ml).

RIETHMÜLLER und WELS (1972) untersuchen während eines sieben Monate dauernden Trainings das Verhalten der Enzyme CK, ASAT, LDH und MDH an 17 eineinhalb Jahre alten Englischen Vollblütern. Dabei steigen ASAT und CK um 30 Prozent und LDH und MDH um 25 Prozent an. Bei vier leistungsschwachen Pferden liegen die Werte von ASAT und CK am Ende 300 Prozent über den Ausgangswerten.

GRÜN et al. (1977) untersuchen an 27 Englischen Vollblütern im Verlauf von zwei Rennjahren das Verhalten der Enzyme ASAT, LDH und ALD. Alle drei Enzyme zeigen dabei eine Abhängigkeit vom Training. Während des Ausdauertrainings (Arbeit im Trab) ist die Aktivität der Enzyme im Blut gering und steigt mit Aufnahme der Galopparbeit (Intensivierung des Trainings) an. Unter dem Einfluß der Rennbelastung kommt es dann zu einer Differenzierung der Pferde. Bei Pferden mit Krankheits- und Überlastungserscheinungen steigen die Werte in den pathologischen Bereich an, während sie bei Pferden mit einer konstanten Form im Normbereich bleiben.

Ähnliches beschreiben GRÜN und ROHRMANN (1976) bei Vielseitigkeitspferden und SERGIJENKO (1976) bei Trabern.

SOMMER (1981) stellt an 110 ein- bzw. zweijährigen Englischen Vollblütern fest, daß CK im Gestüt und während des Einreitens niedrig ist (ca. 30 U/l), dann aber während des Konditionstrainings und vorbereitenden Renntrainings ansteigt (ca. 70 U/l) und bei dem eigentlichen Renntraining wieder abfällt (ca. 55 U/l). Er interpretiert diesen Abfall als Anpassung an die gesteigerten Leistungsanforderungen des Trainings.

SOMMER et al. (1981) untersuchen an 75 zweijährigen Englischen Vollblütern die Enzyme CK, ASAT, LDH, γ -GT und den Metaboliten Bilirubin. Am Ende der Rennsaison werden die Pferde in die Gruppen "Muskelbefund", wenn mindestens eines der Enzyme CK, ASAT oder LDH erhöht ist, "Leberbefund", wenn γ -GT oder Bilirubin erhöht ist, und "ohne Befund" eingeteilt. Pferde der Gruppen "Muskelbefund" und "Leberbefund" gewinnen pro Start in der laufenden und der folgenden Rennsaison nur halb so viel wie Pferde "ohne Befund".

Leberspezifische Serumenzyme

Die Serumenzyme γ -Glutamyl-Transferase (γ -GT), Sorbit-Dehydrogenase (SDH) und Glutamat-Dehydrogenase (GLDH) gelten als wichtige Enzyme der Leberdiagnostik. SDH und GLDH, das im Zellkern lokalisiert ist, werden dabei als zusätzliche Enzyme zur γ -GT empfohlen (SCHMIDL 1981). Sie besitzen einen gewissen Schwellencharakter, da sie in der Regel nur bei größeren Permeabilitätsveränderungen nachweisbar sind.

SOMMER (1981) untersucht zusammen mit der muskelspezifischen CK die γ -GT an 110 Englischen Vollblütern und beschreibt bei beiden Enzymen einen ähnlichen, trainingsabhängigen Verlauf. Wie bei CK zeigt auch bei γ -GT der Abfall von hohem Niveau die Anpassung der Pferde an die gesteigerten Trainingsanforderungen an.

Daneben ist γ -GT ein wichtiger Parameter der Gruppe "Leberbefund" in der bereits beschriebenen Arbeit von SOMMER et al. (1981).

Sonstige Serumenzyme

Die Alkalische Phosphatase (AP) ist ein Enzym des Mineralstoffwechsels. Sie erhöht sich bei Proliferationen am Skelett (SOMMER 1980). Wegen ihres Anstieges bei Cholestasen gilt sie auch als Leberindikator.

Serumwerte der AP sind im Alter größten Körperwachstums am höchsten und nehmen mit zunehmendem Alter ab (GYGAX und GERBER 1973, JUDSON 1983b).

2.1.2. Metabolite und Hämatokrit

Endogene Metabolite sind Zwischen- und Endprodukte des Intermediärstoffwechsels. Aufgrund ihrer Konzentrationen im Blut sind Rückschlüsse auf die Belastbarkeit der Organe, in denen sie gebildet, abgebaut oder ausgeschieden werden, möglich.

Bilirubin

Bilirubin ist ein Metabolit des Häm und mikrosomaler Cytochrome. Die Ausscheidung erfolgt über Glucuronidierung in der Leber. Erhöhte Bilirubinwerte können deshalb prä-, intra- oder posthepatische Ursachen haben.

Der Bilirubinspiegel weist rassespezifische Unterschiede auf. Die höchsten Bilirubinwerte zeigen Englisches Vollblut, die niedrigsten Shetlandpony, Muli und Esel (GERBER et al. 1977). GYGAX und GERBER (1973) beschreiben eine positive Korrelation zwischen Bilirubin und Hämatokrit ($r=0,80$).

Zu Beginn des Trainings steigt der Bilirubingehalt im Blut Englischer Vollblüter an. Als Ursache dieses Anstieges vermuten ALLEN und POWELL (1983) verminderte Futteraufnahme, da bei ihren Untersuchungen der Umsatz an Erythrozyten, gemessen am Haptoglobin, konstant bleibt. Dadurch widersprechen sie der Ansicht, daß durch das Training mehr Erythrozyten zerfallen und deshalb der Bilirubingehalt des Blutes zunimmt.

Lactat

Lactat ist Endprodukt der anaeroben Glykolyse. Sein Gehalt im Blut ist im Ruhezustand sehr gering, weil bei guter Durchblutung des Gewebes kaum anaerober Stoffwechsel stattfindet. Der Lactatgehalt im Blut gut trainierter Pferde liegt unter einem mmol/l. Ursache von Schwankungen ist die unterschiedliche Muskelarbeit durch Erregung bei der Blutentnahme (PANNDORF et al. 1980).

Hämatokrit

Der Hämatokrit gibt den Anteil der korpuskulären Bestandteile am Blutvolumen an. Er besteht überwiegend aus Erythrozyten, weshalb er als Parameter des sauerstofftransportierenden Systems gilt. Die Menge der im Blut zirkulierenden Blutkörperchen wird beim Pferd reflektorisch gesteuert (SCHEUNERT und F. W. KRZYWANIEK 1926). Durch Aufregung oder Streß kommt es über einen sympathischen Reiz zur Kontraktion der glatten Muskelfasern in der Milz. Dadurch gelangen die in den Milzsinus gespeicherten Erythrozyten in das zirkulierende Blut, so daß der Hämatokrit ansteigt.

Unabhängig von der reflektorischen Steuerung nimmt der Hämatokrit junger Englischer Vollblüter zu Beginn des Trainings zu. Dadurch wird die Sauerstofftransportkapazität des Blutes verbessert (ALLEN und POWELL 1983).

GYGAX und GERBER (1973) untersuchen den Hämatokrit bei Reitpferden in der Schweiz und stellen fest, daß der Hämatokrit bei Pferden unter drei Jahren geringer ist als bei älteren Pferden. Wenn man einbezieht, daß Reitpferde in diesem Alter eingeritten werden und in Arbeit kommen, deckt sich dies mit der Erkenntnis, daß der Hämatokrit zu Beginn des Trainings ansteigt.

2.2. Belastungswerte

2.2.1. Einfluß der Hämokonzentration

Bei der Zunahme vieler Blutbestandteile durch Belastung handelt es sich nicht nur um eine absolute, sondern auch um eine relative Veränderung. Bei der relativen Zunahme bleibt, im Gegensatz zur absoluten, die Menge des Parameters konstant, nur das Blutvolumen nimmt ab. Dieser Vorgang wird als Hämokonzentration bezeichnet.

Als ihre wesentlichen Ursachen gelten (SCHRÖPFER 1984):

- Änderung des Blutvolumens
- Unfähigkeit mancher Blutbestandteile, mit dem Flüssigkeitsstrom aus den Kapillaren auszutreten

Das Blutvolumen ändert sich, weil durch Belastung Flüssigkeit aus dem intravasalen Kompartiment austritt. Als Ursachen werden die Steigerung des Blutdruckes, die Vergrößerung der kapillären Filtrationsfläche durch Vasodilatation und die Steigerung des osmotischen Druckes im extravasalen Raum angesehen.

Zusätzlich kommt es bei über drei Kilometer langen Rennen mit starkem Schweißverlust zu einer relevanten Abnahme des Körperwassers über Schweiß und Atemluft (CARLSON 1983).

Inwieweit einzelne Blutbestandteile durch die Kapillarwände diffundieren können, ist weitgehend unbekannt. Bekannt ist nur, daß kleine Moleküle leichter durch die Kapillarwände diffundieren als große und deshalb in wesentlich geringerem Umfang der Hämokonzentration unterliegen.

Näherungsweise kann deshalb Gesamteiweiß als Parameter der Hämokonzentration angesehen werden, weil seine wesentlichen Bestandteile, Albumin und Globulin, so gut wie nicht aus den Kapillaren austreten (SCHRÖPFER 1984).

2.2.2. Serumenzyme

Allgemeines

Die aufschlußreichsten Veränderungen der Serumenzyme durch Belastung sind in Tabelle 1 zusammengefaßt.

Die meisten Serumenzymwerte steigen durch Belastung an. Dieser Anstieg weicht zum Teil deutlich von den Effekten der Hämokonzentration ab und läßt sich durch Prednisolongaben verringern, so daß man als Ursache eine selektive Veränderung der Zellmembranpermeabilität vermutet (ANDERSON 1975).

Muskelspezifische Serumenzyme

CARDINET et al. (1963) weisen darauf hin, daß Englische Vollblüter und Pferde im Vollbluttyp, die durch eine Militaryprüfung sichtbar überfordert werden und erkranken ("Tying-up"), sowohl vor als auch nach der Prüfung signifikant höhere ASAT-Werte im Blut zeigen als Pferde, die nicht erkranken. Die Ruhewerte betragen dabei 260 gegenüber 780 SF unit/ml und die Belastungswerte 360 gegenüber 6450 SF unit/ml im Mittel der 12 gesunden und 3 erkrankten Pferde.

ANDERSON (1975) untersucht 19 Pferde, Englische Vollblüter und Hunter, und stellt fest, daß LDH, ALD und CK nach der Belastung erhöht sind. ASAT verändert sich nicht signifikant. Wiederholungen der Belastungen verringern den Anstieg der Enzyme. Sie folgert, daß erhöhte Enzymaktivitäten, besonders der CK, geeignet sind, die Leistungsfähigkeit von Pferden zu beurteilen.

AITKEN et al. (1974) quantifizieren den Einfluß eines vierwöchigen Trainings auf den Anstieg von CK, ALD und LDH durch Belastung. Der Anstieg dieser Serumenzyme nach der gleichen Belastung verringert sich bei CK auf ca. 20 Prozent und bei LDH und ALD auf ca. 40 Prozent des ursprünglichen Anstieges.

GRÜN und ROHRMANN (1976) untersuchen die Enzyme ALD, ASAT, LDH und ALAT bei 14 Militarypferden. Der ALAT messen sie keine aussagekräftige Bedeutung zu. Sie wiederholen nach einer Trainingspause eine

Tabelle 1: Literaturangaben über Veränderungen von Serumenzymen unmittelbar nach Belastung

Enzym	Belastung	Anstieg (%) ¹	n	Rasse ²	Autoren
CK	Rennen	21,0	22	xx	JAROV, KISJOV 1976
	Rennen 1,0 km, ~16,6 m/s	44,0	23	xx	SNOW et al. 1983
	Test:				
	1,0 km, 16,6 m/s	49,0	4	xx	JUDSON et al. 1983a
	1,2 km, 10,0 m/s	-19,0 n.s.	4	xx	"
	10 km in 34 min	55,8	6	xx, Hu.	ANDERSON 1975
	10 km in 45 min	156,0	4	xx, Hu.	"
	Distanzritt 80 km	440,2 ³	15	----	GROSSKOPF, VAN RENSBURG 1983
	Springturnier	21,9	105	Warmblut	RAUCH 1983
ASAT (GOT)	Rennen	77,4	37	xx	JAROV, KISJOV 1976
	Rennen 1,0 km, ~16,6 m/s	20,8	23	xx	SNOW et al. 1983
	Military	44,0	12	xx u.ä.	CARDINET et al. 1963
	Military	46,0	9	Sportpferde	GRÜN, ROHRMANN 1976
	Springturnier	12,0	105	Warmblut	RAUCH 1983
ALD	Test:				
	10 km in 34 min	75,2	6	xx, Hu.	ANDERSON 1975
	10 km in 45 min	66,1	4	xx, Hu.	"
	Military	300,0	9	Sportpferde	GRÜN, ROHRMANN 1976
γ-GT	Springturnier	2,2 n.s.	11	Warmblut	RAUCH 1983

¹ Zum Teil eigene Umrechnungen;
n.s.: nicht signifikant ($p > 0,05$).

² xx: Englisches Vollblut;
Hu.: Hunter;
---: Keine Angaben
u.ä.: und ähnliche Pferde.

³ Werte nur von klinisch gesunden Pferden.

standardisierte Testbelastung und stellen dabei fest, daß sich der Anstieg von ASAT auf 15-20 Prozent, von LDH auf das Doppelte und von ALD auf das Dreifache erhöht, während er vorher durchschnittlich 10 Prozent betragen hat. Sie bestätigen dadurch indirekt, daß Training den Anstieg von Serumenzymen durch Belastung verringert. Durch Wettkampfbelastungen steigen bei ihren Pferden ASAT zwischen 21 und 46 Prozent, LDH zwischen 50 und 200 Prozent und ALD zwischen 30 und 300 Prozent an. Dieser Anstieg der Enzyme ist mit der Reitgeschwindigkeit korreliert.

GRÜN et al. (1977) führen bei 27 Vollblutpferden während zwei Rennjahren regelmäßig Testbelastungen durch. Dabei untersuchen sie ASAT, LDH und ALD. Während bei der niedrigeren Prüfbelastung zu Beginn, 2500 m Trab mit einer Reitgeschwindigkeit von 300 m/min (5 m/s), kein signifikanter Anstieg der Enzymwerte eintritt, steigen bei der höheren Prüfbelastung, 1600 m Galopp mit einer Reitgeschwindigkeit von 700 m/min (11,7 m/s), die Enzymwerte signifikant an. Der Anstieg der Werte ist deutlich höher, wenn auch die Ruhewerte durch die gesteigerte Trainingsintensität erhöht sind. Dieses gilt nicht nur allgemein, sondern auch für einzelne Pferde, deren Ruhewerte erhöht sind. Am Ende eines Rennjahres, wenn die Trainingsintensität reduziert wird, liegen bei einigen Prüfbelastungen die Belastungswerte der ALD unter den Ruhewerten.

Zusammenfassend stellen sie fest, daß der Anstieg der Serumenzyme durch Belastung von zwei Faktoren, der Belastungsintensität und der individuellen Leistungsfähigkeit, abhängig ist.

RAUCH (1983) gibt an, daß bei 80 M- und S-Springpferden der Rasse Warmblut durch die Turnierbelastung CK um 21,9 Prozent und ASAT um 12,0 Prozent ansteigen.

JUDSON et al. (1983a) untersuchen Serumenzyme Englischer Vollblüter bei kurzer submaximaler und maximaler Belastung. Nach submaximaler Belastung verändert sich CK nicht signifikant, während sie durch maximale Belastung sofort und innerhalb der folgenden Stunde signifikant ansteigt. ASAT untersuchen sie nur bei submaximaler Belastung, wobei sie unmittelbar nach der Belastung signifikant erhöht ist, aber bereits nach 15 Minuten ihren Ausgangswert wieder erreicht.

SOMMER et al. (1982) vergleichen Serumwerte Englischer Vollblüter einen Tag vor und nach dem Rennen. Sie untersuchen ASAT, γ -GT, AP, CK, Gesamteiweiß, Gesamtcholesterin und Gesamtbilirubin. Außer AP und Gesamteiweiß erfahren alle einen deutlichen Anstieg oder Abfall. Von den muskelspezifischen Enzymen erhöhen sich bei ASAT 75 Prozent und bei CK je die Hälfte der Werte. CK und ASAT verändern sich am meisten (bis zu 80 Prozent). Spätestens fünf Tage nach dem Rennen sind die Ausgangswerte wieder erreicht. Zwischen dem Rennerfolg und den Serumwerten bzw. ihrem Verhalten nach der Belastung bestehen nur geringe Beziehungen.

GRÜN und ROHRMANN (1976) geben an, daß sich die Enzymwerte von 14 Militarypferden innerhalb von 30 bzw. 60 Minuten nach der Belastung normalisieren. Gelegentlich dauert die Erhöhung jedoch über diesen Zeitraum hinaus an. Häufig tritt ca. 90 Minuten nach einer raschen Normalisierung erneut ein Anstieg der Enzymwerte auf.

ANDERSON (1975) schildert ebenfalls den Verlauf von Enzymwerten nach Belastung. Sie stellt fest, daß nach einem Ritt über 10 km in 34 Minuten CK nach ca. 5 Stunden und ALD nach ca. 20 Stunden ihre Maxima erreichen. Auf den Ruhewert kehren beide Enzyme innerhalb von 48 Stunden zurück. Bei einer intensiveren und längeren Belastung verhalten sich diese Enzyme ähnlich. Die Maxima liegen höher, und der Ruhewert wird erst nach 72 Stunden erreicht. Die Veränderungen der ASAT bleiben bei diesen Versuchen innerhalb der täglichen Variation.

GROSSKOPF et al. (1983) nehmen von 20 Pferden, die an einem Distanzritt über 210 km in drei Tagesetappen (80, 80 und 50 km) teilnehmen, Blutproben und finden bei Pferden, die ungünstigere Puls- und Atmungswerte aufweisen, einen höheren Anstieg der CK. Dieser ist jedoch nicht signifikant.

KERR und SNOW (1983) untersuchen CK und ASAT an 70 Pferden bei einem Distanzritt vor und nach der Belastung. Dabei sind die Werte sehr variabel und stehen in keiner Beziehung zum sichtbaren Grad der Erschöpfung der Pferde.

Leberspezifische Serumenzyme

Das Verhalten der leberspezifischen Serumenzyme bei Belastung ist im Vergleich mit den muskelspezifischen Serumenzymen wenig untersucht.

RAUCH (1983) findet bei M- und S-Springpferden nach Turnierbelastung einen Anstieg der γ -GT um 2,2 Prozent, der allerdings nicht signifikant ist (Tabelle 1).

SOMMER et al. (1982) geben an, daß der Einfluß der Rennbelastung auf die γ -GT gering ist.

2.2.3. Metabolite und Hämatokrit

Die aufschlußreichsten Literaturangaben über die Veränderung von Metaboliten und Hämatokrit bei Belastung sind in Tabelle 2 zusammengefaßt.

Bilirubin

JUDSON et al. (1983a) beschreiben, daß kurze submaximale Belastung keine deutliche Veränderung des Bilirubins bewirkt. Langdauernde submaximale Belastung führt dagegen zu einem Anstieg von Bilirubin (ROBERTSON et al. 1983). Den Grund für diesen Unterschied sehen JUDSON et al. (1983a) darin, daß bei längerdauernder Belastung einerseits vermehrt Bilirubin gebildet wird, andererseits aber die Ausscheidung vermindert ist, weil während der Belastung die Leber weniger durchblutet wird.

Bei kurzer maximaler Belastung nimmt Bilirubin im Blut ab. JUDSON et al. (1983a) zeigen, daß vor allem der unkonjugierte Anteil des Bilirubins abnimmt. Sie vermuten, daß das unkonjugierte Bilirubin vom Plasma-Albumin durch die freien Fettsäuren, die bei Belastung zunehmen, verdrängt wird. Da es nicht wasserlöslich ist, lagert es sich an andere lipophile Stoffe an und verschwindet dadurch aus dem zirkulierenden Blut.

SNOW et al. (1983) geben an, daß Bilirubin bei Galopprennen um 4,6 Prozent abnimmt.

Tabelle 2: Literaturangaben über die Veränderung von Metaboliten und Hämatokrit unmittelbar nach Belastung

Parameter	Belastung	Anstieg ¹ (%)	n	Rasse ²	Autoren
Bili-rubin	Rennen 1,0 km, ~16,6 m/s	-4,6	23	xx	SNOW et al. 1983
	Test:				
	1,0 km, 16,6 m/s	-25,8	4	xx	JUDSON et al. 1983a
	1,2 km, 10,0 m/s	0,0	4	xx	"
	Distanzritt 42 km	65,5	10	----	ROBERTSON et al. 1983
	Springturnier	14,3	105	Warmblut	RAUCH 1983
Lactat	Rennen	2989,8	24	Traber	H. KRZYWANEK et al. 1973
	Test: 2,4 km				
	5,0 m/s	21,1	23	"	H. KRZYWANEK et al. 1972
	7,5 m/s	332,6	25	"	"
	10,0 m/s	1561,9	23	"	"
	10,0 m/s A ³	608,2	20	"	H. KRZYWANEK 1973
	10,0 m/s B ³	1150,0	22	"	"
	10,0 m/s C ³	1818,7	16	"	"
Gesamt-eiweiß	Rennen 1,0 km, ~16,6 m/s	16,8	23	xx	SNOW et al. 1983
	Test:				
	1,0 km, 16,6 m/s	14,9	4	xx	JUDSON et al. 1983a
	1,2 km, 10,0 m/s	8,1	4	xx	"
	Distanzritt 80 km	14,4	15	----	GROSSKOPF, VAN RENSBURG 1983
Häma-tokrit	Rennen 1,0 km, ~16,6 m/s	49,5	23	xx	SNOW et al. 1983
	Test: 2,4 km,				
	5,0 m/s	30,0	23	Traber	H. KRZYWANEK et al. 1972
	7,5 m/s	42,0	24	"	"
	10,0 m/s	46,0	23	"	"
	Distanzritt 80 km	33,0	15	----	GROSSKOPF, VAN RENSBURG 1983

¹ Zum Teil eigene Umrechnungen

² xx: Englisches Vollblut; ----: Keine Angaben

³ Qualifizierung der Pferde vor dem Test durch den Trainer

A: Gute Rennkondition

B: Startfähig ohne Plazierungschance

C: Nicht startfähig

SOMMER et al. (1982) und RAUCH (1983) finden, daß Bilirubin durch Renn- und Turnierbelastung ansteigt.

SOMMER et al. (1982) untersuchen allerdings erst einen Tag nach dem Rennen den Bilirubingehalt und stellen bei einem Drittel der untersuchten Englischen Vollblüter einen um 20 bis 80 Prozent höheren Bilirubinwert fest.

RAUCH (1983) untersucht 5 bis 20 Minuten nach der letzten Springprüfung eines Turniers den Bilirubingehalt und findet um 2,2 Prozent erhöhte Werte, die aber nicht signifikant sind.

Lactat

Der Anstieg des Lactats durch Belastung ist auf eine absolute Zunahme zurückzuführen. Sein Maximum erreicht der Lactatwert spätestens 15 Minuten nach der Belastung. Abhängig von der erreichten Höhe fällt er in ein bis zwei Stunden auf den Ausgangswert zurück. Arbeit im aeroben Bereich beschleunigt diesen Abbau (H. KRZYWANEK 1974).

Mit Hilfe des Lactats läßt sich die aerobe Leistungsfähigkeit bestimmen. Es entsteht bei Überschreiten der aeroben Kapazität des Organismus. Die in den Muskelzellen benötigte Energie wird dann auf anaerobe Weise gewonnen. Ein wichtiger Stoffwechselweg ist dabei die anaerobe Glykolyse. Ihr Endprodukt ist Lactat. Die Grenze zwischen aerobem und anaerobem Stoffwechsel wird als Dauerleistungsfähigkeitsgrenze bezeichnet. Wird sie überschritten, führt der anaerobe Stoffwechsel rasch zur Ermüdung. Sie liegt beim Reitpferd, je nach Leistungsvermögen, bei einer Reitgeschwindigkeit von ca. 5,5 m/s. Die telemetrisch ermittelte Herzfrequenz beträgt hierbei ca. 120 Schläge pro Minute (VON ENGELHARDT et al. 1973).

Die individuelle Dauerleistungsfähigkeitsgrenze läßt sich durch Training verbessern (MILNE et al. 1976, THORNTON et al. 1983, WILSON et al. 1983). Sie ist zwischen Pferden verschiedener Rassen unterschiedlich, so daß auch ein genetischer Einfluß vermutet werden kann (SAIBENE et al. 1985).

Bei Belastungen im anaeroben Bereich steigt der Blutlactatgehalt exponentiell an (H. KRZYWANEK et al. 1972, VON ENGELHARDT et al. 1973, WILSON et al. 1983). Bei solchen Belastungen werden Lactatwerte bis zu 38,5 mmol/l gemessen (SNOW et al. 1983). In dem anaeroben Bereich ist der Blutlactatgehalt mit der telemetrisch ermittelten Herzfrequenz mit $r=0,61$ korreliert (VON ENGELHARDT et al. 1973).

Der unterschiedliche Lactatgehalt des Blutes nach gleicher Belastung wird als Maß der individuellen Erschöpfung und Leistungsfähigkeit angesehen (VON ENGELHARDT et al. 1973, H. KRZYWANEK 1973).

Zur Beurteilung der Leistungsfähigkeit von Reitpferden empfehlen VON ENGELHARDT et al. (1973) folgenden Test: Auf einer Trainingsbahn mit gleichbleibender Bodenqualität werden die Pferde 4000 Meter im Galopp geritten. Das Tempo ist dem Trainingszustand angepaßt und beträgt zwischen 9,0 und 11,0 m/s. Es wird konstant über die ganze Distanz beibehalten. Unmittelbar danach wird eine Blutprobe zur Bestimmung des Lactats genommen.

Die Lactatwerte werden wegen ihres exponentiellen Verlaufs mittels des dekadischen Logarithmus transformiert. Aus der Regression des Lactatwertes auf die Geschwindigkeit wird eine Kurve konstruiert, an der sich für jede beliebige Geschwindigkeit der Lactatwert bei durchschnittlichem Leistungsvermögen ablesen läßt. Dieser theoretische Wert wird von jedem gemessenen Wert abgezogen und die Differenzen ("Residuen") werden zum theoretischen Wert für die Geschwindigkeit 10,0 m/s (600 m/min) addiert. Diese Summe ist Leistungsparameter dieses Belastungstests und wird als "La 600" bezeichnet.

Gesamteiweiß

Gesamteiweiß ist ein Indikator der Hämokonzentration, weil seine Menge im Blut bei Belastung annähernd gleich bleibt und es die Kapillarwände nur in geringem Umfang durchdringen kann (vgl. 2.2.1.). Anstiege nach kurzer Belastung normalisieren

sich innerhalb einer Stunde (JUDSON et al. 1983a). Bei langen Distanzritten kann der Anstieg bis zu 26 Prozent betragen. Gleichzeitig tritt bei solchen Veränderungen ein Gewichtsverlust von über 8 Prozent auf. Dieser höhere Anstieg des Gesamteiweißes nach Distanzritten normalisiert sich innerhalb von vier Stunden (SNOW et al. 1982).

Hämatokrit

Der Hämatokrit ist eng mit dem Hämoglobingehalt des Blutes korreliert ($r=0,989$). Er steigt bei Belastung an und ist dabei von ihrer Art und Intensität abhängig (H. KRZYWANEK et al. 1972, SCHEUNERT und MÜLLER 1926). Der Anstieg des Hämatokrit bei Belastung ist sowohl Folge der Entspeicherung der Milz als auch der Hämokonzentration. Er ist somit Ausdruck einerseits einer verbesserten Sauerstofftransportkapazität, andererseits des belastungsbedingten Blutvolumenverlustes.

3. MATERIAL UND METHODE

3.1. Beschreibung der Hengstleistungsprüfung

Die Hengstleistungsprüfung (HLP) ist eine Eigenleistungsprüfung. Sie wird in Bayern jedes Jahr von Ende Juni bis Ende September an der Bayerischen Landesreit- und Fahrschule als Stationsprüfung durchgeführt. Jeder künftige Deckhengst muß diese Prüfung bestehen, sofern nicht durch Turniererfolge seine Leistungsfähigkeit anderweitig nachgewiesen werden kann (TIERZUCHTGESETZ 1976).

Der Ablauf der Prüfung ist durch die DRITTE VERORDNUNG ZUR ÄNDERUNG DER TIERZUCHTVERORDNUNG (1981) geregelt. Die HLP besteht aus zwei Abschnitten, der "Vorprüfung" und dem "Abschließenden Leistungstest". Für die verschiedenen Leistungsmerkmale der beiden Abschnitte werden 0 bis 10 Punkte vergeben. Sie werden faktoriell so gewichtet, daß "Vorprüfung" und "Abschließender Leistungstest" je 50 Prozent der Gesamtpunktzahl ergeben.

Warmbluthengste sollen die Prüfung mit drei Jahren und Araberhengste mit vier Jahren ablegen. Wenn ältere Hengste teilnehmen, werden sie mit einem Altersausgleich belastet. Er wird vom Mittelwert der Gesamtpunktzahlen aller dreijährigen Warmblut- und vierjährigen Araberhengste einer Prüfungsgruppe berechnet. Davon beträgt er für vierjährige Warmblut- und fünfjährige Araberhengste 10 Prozent und für alle älteren Hengste 15 Prozent. Die Gesamtpunktzahl abzüglich dem Altersausgleich ergibt das Gesamtergebnis.

"Vorprüfung"

Die "Vorprüfung" dauert mindestens 100 Tage. Am 30. und 60. Tag erfolgt eine Zwischenbeurteilung durch den Trainingsleiter. Die endgültige Beurteilung, ebenfalls durch den Trainingsleiter, findet am 90. Tag statt (SIX 1985).

In der "Vorprüfung" werden folgende Leistungsmerkmale beurteilt: "Charakter", "Leistungsbereitschaft und Temperament", "Rittigkeit", "Springanlage", "Bewegungsablauf", "Allgemeines Leistungsvermögen, insbesondere Härte".

"Abschließender Leistungstest"

Der "Abschließende Leistungstest" dauert drei Tage. Die einzelnen Teilprüfungen mit den Leistungsmerkmalen sind in Tabelle 3 zusammengestellt. Die subjektiv bestimmten Leistungsmerkmale außer "Tierärztliche Konditionsprüfung" werden durch drei Richter im getrennten Richtverfahren beurteilt. "Tierärztliche Konditionsprüfung" bestimmt ein Tierarzt anhand von Puls, Atmung und Temperatur.

Tabelle 3: Übersicht über den "Abschließenden Leistungstest"

Teilprüfung	Leistungsmerkmal	Prüfungsmodus
Prüfung der Grundgangarten unter dem Reiter auf Zeit	-Geschwindigkeit: 750 m Trab, 1500 m Galopp, 300 m Schritt	objektiv
	-Länge der Tritte, Galoppsprünge, Schritte	objektiv
Bewertung der Grundgangarten durch Richter	-Trab, Galopp, Schritt	subjektiv
Prüfung der Rittigkeit durch Richter	-Rittigkeit	subjektiv
Prüfung der Springanlage durch Richter	-Freispringen: Vermögen, Manier	subjektiv
	-Parcoursspringen: Willigkeit, Manier	subjektiv
Prüfung im Gelände	-Geländeritt: Geschwindigkeit, Verweigern, Sturz	objektiv, Punktabzug bei Zeitüberschreitung, Verweigern, Sturz
	-Stilbewertung: Manier, Galoppade	subjektiv
	-Jagdgalopp: Geschwindigkeit	objektiv
	-Tierärztliche Konditionsprüfung: Puls, Atmung, Temperatur	subjektiv

Leistungsklassen und Zuchtbuchanerkennung

Anhand des Gesamtergebnisses werden die Hengste in folgende Leistungsklassen eingeteilt:

Leistungsklasse 1: $G \geq \bar{x} + 1s$

Leistungsklasse 2: $\bar{x} \leq G < \bar{x} + 1s$

Leistungsklasse 3: $\bar{x} > G \geq \bar{x} - 1,5s$

G: Gesamtergebnis; $\bar{x}$: Mittelwert aller Gesamtergebnisse einer Prüfungsgruppe; s: Standardabweichung.

Hengste, deren Gesamtergebnis schlechter als Leistungsklasse 3 ist, haben die HLP nicht bestanden.

Der Landesverband Bayerischer Pferdezüchter hat in seiner Zuchtbuchordnung zusätzlich festgelegt, daß Hengste, deren Gesamtergebnis schlechter als $\bar{x} - 0,5s$ ist, keine Zuchtbuchanerkennung erhalten. Diese Hengste werden in der bayerischen Landespferdezucht nicht eingesetzt.

Haltung

Bei Anlieferung werden die Hengste durch den Trainingsleiter auf Lahmheiten und Verletzungen untersucht, und der erforderliche Impfschutz gegen Pferdeinfluenza und Tetanus wird kontrolliert.

Während der HLP stehen die Hengste in einem gemeinsamen Stall, in Einzelboxen mit Stroheinstreu. Wasser steht ihnen über Selbsttränken ad libitum zur Verfügung. Das tägliche Futter besteht aus ca. 7,5 kg Heu und ca. 7,0 kg Quetschhafer. Araber erhalten ca. ein Drittel weniger Futter. Zusätzlich steht jedem Hengst ein mineralisierter Salzleckstein zur Verfügung.

In der Regel besteht das Trainingsteam in jedem Jahr aus anderen Reitern. Ihnen werden zwischen 2 und 5 Hengste zur Pflege und zum Beritt zugeteilt, wobei diese Einteilung mehrmals während der HLP geändert wird.

Training

Nach ca. 14 Tagen Eingewöhnungszeit wird mit dem eigentlichen Training begonnen. Von anfangs 20 Minuten wird es im Laufe der HLP auf bis zu 60 Minuten täglich gesteigert. Die Hengste werden möglichst einheitlich trainiert (SIX 1982).

Das Training findet in der Reithalle, auf dem Reitplatz, im Gelände und auf einer Galopptrainingsbahn mit Sandgeläuf statt.

Der wöchentliche Trainingsplan ist in Tabelle 4 angegeben.

Tabelle 4: Wöchentlicher Trainingsplan

Montag:	Grundgangarten (Zeit, Takt, Raumgriff, Schwung)
Dienstag:	Dressur im Viereck (Halle oder Freigelände)
Mittwoch:	Springgymnastik, Parcourspringen
Donnerstag:	Rennbahntraining
Freitag:	Geländearbeit
Samstag:	Freispringen
Sonntag:	Ruhetag

3.2. Tiermaterial

In den Jahren 1982 bis 1984 sind an der Bayerischen Landesreit- und Fahrschule 90 Hengste zur HLP angeliefert worden.

Von ihnen sind 6 Hengste wegen Lahmheit und je ein Hengst wegen Verletzung, Iridozyklitis und Dermatophytie ausgeschieden.

Einem Hengstbesitzer wurde abgeraten, seinen Hengst bei der bevorstehenden Körung vorzustellen, so daß er ihn von der HLP zurückzog.

Die restlichen 80 Hengste beendeten die HLP. Bei vier Hengsten gaben die Besitzer kein Einverständnis zu den Blutproben.

Deshalb liegen nur von 76 Hengsten Blutproben und alle Daten der HLP vor.

Die Rassen- und Altersverteilung der Hengste ergibt sich aus den Tabellen 5 und 6. Angegeben sind jeweils die angelieferten und die ausgewerteten Hengste.

Die Rasse Warmblut beinhaltet alle Hengste der Zuchtrichtung "Deutsches Reitpferd" inklusive zweier Trakehner Hengste und eines Anglo-Normänner Warmbluthengstes.

Die Rasse Araber umfaßt alle Hengste entsprechend der Definition der World Arabian Horse Organization von 1974.

Tabelle 5: Rassenverteilung (angeliefert/ausgewertet)

Jahr	n	Warmblut	Araber	Sonstige
1982	31/24	23/17	7/6	1/1 Achal-Tekkiner
1983	31/28	22/20	8/7	1/1 Achal-Tekkiner
1984	28/24	23/20	5/4	---
Summe	90/76	68/57	20/17	2/2

Tabelle 6: Altersverteilung (angeliefert/ausgewertet)

Alter	n	Warmblut	Araber	Sonstige
3	61/53	61/53	---	---
4	23/18	7/4	15/13	1/1 Achal-Tekkiner
≥5	6/5	---	5/4	1/1 Achal-Tekkiner

3.3. Probenentnahme, Transport und Lagerung

Die Blutentnahme erfolgte durch Punktion der Vena jugularis. Je nach Bedarf wurden heparinisierte Vakuum- oder Zentrifugenröhrchen verwendet.

Ruheblutproben

In der Regel liegen von jedem Hengst sieben Ruheblutproben vor. Im ersten Jahr fehlen wegen verspäteten Einverständnisses der Besitzer bei einigen Hengsten die ersten Blutproben.

In den Blutproben wurden die Parameter CK, ASAT, ALD, γ -GT, AP, Lactat, Hämatokrit und zusätzlich 1983 und 1984 SDH, GLDH, Bilirubin und Gesamteiweiß bestimmt. SDH, GLDH, AP und Gesamteiweiß wurden pro Hengst nur dreimal, möglichst zu Beginn, in der Mitte und am Ende der HLP, untersucht.

Die Blutentnahme erfolgte eine Stunde nach der Morgenfütterung, vor der täglichen Arbeit. Um die Hengste nicht zu beunruhigen, wurden sie durch eine vertraute Person aus dem Trainingsteam gehalten und das Blut in der Box ohne Zwangsmittel (eine Ausnahme) entnommen.

Der erste Entnahmeterrnin war ca. zwei Wochen nach Anlieferung der Hengste. Alle weiteren folgten im Abstand von etwa 14 Tagen, in der Regel samstags. Einige Blutproben, Probe 1 im Jahr 1982, Probe 2 in den Jahren 1983 und 1984 und Probe 5 in allen drei Jahren, wurden donnerstags anlässlich der Belastungstests durchgeführt. Lactat wurde an diesen Tagen nicht als Ruhewert, sondern als Belastungswert bestimmt. Mit den genannten Ausnahmen erfolgte die Blutentnahme somit zwei Tage nach dem Rennbahntraining und einen Tag nach der Geländearbeit, den beiden anstrengendsten Tagen des wöchentlichen Trainings.

Blutproben bei den Belastungstests

Um Blutproben nach definierter Belastung zu erhalten, wurden zweimal im Rahmen des Rennbahntrainings Belastungstests durchgeführt. Unmittelbar danach, nach Durchreiten des Ziels, wurden mit Hilfe eines Stethoskops die Puls- und Atmungswerte ermittelt und anschließend eine Blutprobe genommen. Diese war spätestens drei Minuten nach der Belastung beendet.

In diesen Blutproben wurden Lactat, Hämatokrit und, 1983 und 1984, auch Gesamteiweiß bestimmt.

Die Anforderungen der Belastungstests betrugen, entsprechend dem Traininszustand der Hengste, bei Test I 1500 m Galopp mit einer Geschwindigkeit von 6,7 m/s (400 m/min) und bei Tests II 3648 m mit 9,2 m/s (550 m/min). Beide Tests fanden auf einer ovalen Sandbahn von 1824 m Länge statt. Die Hengste starteten immer paarweise. Zur Kontrolle der Geschwindigkeit waren Bahnmarken aufgestellt, die die Reiter in bestimmten Zeitabständen passieren sollten. Zusätzlich wurde die benötigte Zeit gestoppt.

Blutproben nach der "Prüfung im Gelände"

Nach der "Prüfung im Gelände" wurden zwei Belastungsblutproben genommen. Die erste (a) erfolgte nach ca. drei Minuten und die zweite (b) nach einer Stunden. Jeweils vorher wurden durch den Tierarzt der Prüfungskommission Puls, Atmung und Temperatur bestimmt.

In Probe a wurden Lactat, Hämatokrit und zusätzlich 1983 und 1984 auch CK, ASAT, ALD, γ -GT, Bilirubin und Gesamteiweiß bestimmt. In Probe b wurden CK, ASAT, ALD, γ -GT, Lactat, Hämatokrit und zusätzlich 1983 und 1984 Bilirubin und Gesamteiweiß untersucht.

Transport und Lagerung der Blutproben

Unmittelbar nach der Entnahme wurde etwas Blut in eine Glaskapillare zur Bestimmung des Hämatokrit aufgezogen. Anschließend wurden die Blutproben auf Eis gelegt und in das Labor gebracht. Nach dem Zentrifugieren (10 min bei 3000 min^{-1}) wurde das Plasma abpipettiert und bis zu den weiteren Analysen bei -20°C gelagert. Bis zum Einfrieren der Blutproben vergingen in der Regel nicht mehr als drei Stunden. Nur die vor den Belastungstests genommenen Ruheblutproben mußten länger auf Eis aufbewahrt werden, so daß dann bis zum Einfrieren sieben Stunden vergingen.

3.4. Bestimmung der Blutbestandteile

Außer dem Hämatokrit, der sofort im Stall bestimmt wurde, erfolgten alle Analysen im Labor des Lehrstuhls für Tierzucht. Die einzelnen Bestimmungsmethoden ergeben sich aus Tabelle 7. Zur Bestimmung des Lactats aus nicht enteweißtem Plasma und ohne Fluoridzusatz ist anzumerken, daß Vorversuche keine wesentlichen Unterschiede im Lactatgehalt bei den einzelnen Methoden ergaben.

Tabelle 7: Übersicht über die Analysenmethoden

Blutbestandteil	Analysenmethode
CK E.C.2.7.3.2.	NAC-aktiviert, Optimierte Standardmethode der Deutschen Gesellschaft für Klinische Chemie; Boehringer monotest
ALD E.C.4.1.2.7.	Boehringer Test-Combination
ASAT (GOT) E.C.2.6.1.1.	Optimierte Standardmethode der Deutschen Gesellschaft für Klinische Chemie; Boehringer monotest
γ-GT E.C.2.3.2.2.	Boehringer monotest "γ-GT neu"
SDH E.C.1.1.1.14.	Boehringer Test-Combination
GLDH E.C.1.4.1.3.	Aktiviert, Optimierte Standardmethode der Deutschen Gesellschaft für Klinische Chemie; Boehringer monotest
AP E.C.3.1.3.1.	Optimierte Standardmethode der Deutschen Gesellschaft für Klinische Chemie; Boehringer monotest
Lactat	Vollenzymatisch aus nicht enteweißtem Plasma; Boehringer Test-Combination
Bilirubin	Gesamtbilirubin DPD-Methode (Dichlorphenyldiazonium); Boehringer monotest
Gesamteiweiß	Biuret-Methode; Boehringer Test-Combination
Hämatokrit	Zentrifugation in Kapillarröhrchen 5 min bei 12000 Umdrehungen pro Minute

4. ERGEBNISSE

4.1. Prüfungsmerkmale

Zur Interpretation der Beziehungen zwischen den Blutparametern und den Prüfungsmerkmalen der HLP muß man die Zusammenhänge zwischen den Prüfungsmerkmalen und ihre Abhängigkeit von systematischen Einflüssen kennen. Um dies eingehend zu untersuchen, ist der Umfang des vorliegenden Materials (80 Hengste) zu gering. Dennoch werden die Jahres- und Rassenunterschiede und die Korrelationen zwischen den Prüfungsmerkmalen berechnet. Die Mittelwerte innerhalb Jahr und Rasse enthält Tabelle 8. Die Signifikanzen sind mit einer Varianzanalyse bzw. einem t-Test berechnet.

Tabelle 8: Mittelwerte der Prüfungsmerkmale getrennt nach Rasse bzw. Jahr und Signifikanz der Unterschiede

Prüfungsmerkmal (Punkte, m/s, m)	1982 (n=27)	Jahr 1983 (n=29)	1984 (n=24)	Signi- fikanz	Warm- blut (n=60)	Araber (n=18)	Signi- fikanz
Gesamtpunktzahl	266,0	268,6	259,9	n.s.	265,8	260,0	n.s.
Vorprüfung	136,4	137,7	134,7	n.s.	136,0	135,6	n.s.
Abschl. Leistungstest	129,6	131,0	125,1	n.s.	129,8	124,4	n.s.
<u>Vorprüfung:</u>							
Charakter	7,7	7,7	7,0	*	7,3	8,0	**
Leistungsbereitschaft	6,8	7,2	6,8	n.s.	6,8	7,3	*
Rittigkeit	6,5	6,3	6,4	n.s.	6,5	5,9	n.s.
Springanlage	6,5	6,7	6,6	n.s.	6,8	6,0	**
Bewegungsablauf	6,2	6,2	6,4	n.s.	6,4	5,9	n.s.
Allg. Leistungsvermögen	6,9	7,1	7,2	n.s.	6,9	7,4	n.s.
<u>Abschl. Leistungstest:</u>							
Beurteilung Trab	6,0	6,2	5,7	n.s.	6,1	5,7	n.s.
Beurteilung Galopp	6,2	6,1	6,0	n.s.	6,2	5,7	*
Beurteilung Schritt	6,5	6,1	5,9	*	6,3	6,0	n.s.
Dressurprüfung	6,0	6,1	5,5	n.s.	6,0	5,5	n.s.
Frei-Springwilligkeit	6,7	6,6	6,6	n.s.	6,8	6,2	*
Frei-Springmanier	6,2	6,2	5,9	n.s.	6,3	5,5	***
Parc.-Springwilligkeit	6,1	6,2	6,4	n.s.	6,4	5,8	n.s.
Parcours-Springmanier	6,0	5,9	5,4	n.s.	5,9	5,3	*
Gelände-Manier	6,4	6,5	6,5	n.s.	6,6	5,9	*
Gelände-Galoppade	6,1	6,3	6,1	n.s.	6,3	5,6	*
Gelände-Punkte	10,0	9,7	10,0	n.s.	9,8	10,0	n.s.
Tierärztl. Konditionspr.	7,5	7,5	6,9	n.s.	7,3	7,4	n.s.
Geschwindigkeit Trab	4,96	5,00	4,75	*	4,91	4,88	n.s.
Trittlänge	1,65	1,69	1,64	n.s.	1,70	1,53	***
Geschwindigkeit Galopp	10,31	10,46	10,59	n.s.	10,12	11,44	***
Sprunglänge	4,90	5,11	5,13	n.s.	5,10	4,83	*
Geschwindigkeit Schritt	1,91	1,90	1,90	n.s.	1,93	1,81	***
Schrittlänge	0,91	0,91	0,90	n.s.	0,93	0,81	***
Geschwindigkeit Gelände	8,17	7,90	7,79	***	7,92	8,06	n.s.
Geschw. Jagdgalopp	12,23	11,91	12,13	n.s.	11,72	13,09	***

Die Jahresunterschiede der Prüfungsmerkmale sind gering. Der Rassenunterschied ist dagegen wesentlich deutlicher. Die Araber zeichnen sich dabei durch ihre Schnelligkeit im Galopp und ihre besseren psychischen Eigenschaften ("Charakter", "Leistungsbereitschaft") aus. Die Warmbluthengste besitzen bessere Springpferdeeeigenschaften und einen größeren Raumgriff in den Grundgangarten. Dieser ist wahrscheinlich durch die unterschiedliche Größe der beiden Rassen bedingt.

Das sehr umfangreiche Ergebnis der Korrelationsanalyse ist im Anhang, Tabelle 29, dargestellt.

Bei der Beurteilung der Korrelationen der Prüfungsmerkmale "Gesamtpunktzahl", "Vorprüfung" und "Abschließender Leistungstest" ist zu beachten, daß sie aus den anderen Prüfungsmerkmalen berechnet sind. Ferner geht die "Geschwindigkeit Gelände" zum Teil in die Note "Gelände-Punkte" ein.

Die Korrelationen zwischen den Prüfungsmerkmalen - ohne die errechneten Merkmale - liegen zwischen $r=-0,31$ und $r=0,80$.

Bei den subjektiv bestimmten Merkmalen bestehen die höchsten Korrelationen zwischen "Gelände-Manier" und "Gelände-Galoppade" ($r=0,80$) und zwischen "Frei-Springmanier" und "Frei-Springvermögen" ($r=0,79$). Bei den objektiv bestimmten Merkmalen bestehen zwischen "Geschwindigkeit Jagdgalopp" und "Geschwindigkeit Galopp" ($r=0,78$) und zwischen "Geschwindigkeit Schritt" und "Schrittlänge" ($r=0,77$) die engsten Beziehungen.

Die Prüfungsmerkmale "Allgemeines Leistungsvermögen" und "Tierärztliche Konditionsprüfung", die die physische Leistungsfähigkeit beurteilen, fallen durch ihre vergleichsweise geringen Beziehungen (r zwischen $-0,26$ und $0,36$ bzw. r zwischen $-0,05$ und $0,20$) zu den anderen Prüfungsmerkmalen auf.

4.2. Ruhewerte

4.2.1. Überblick

Von einigen Hengsten fehlen aus praktischen Gründen (verspätetes Einverständnis der Hengstbesitzer, hämolytische Proben, etc.) einzelne Ruhewerte. Deshalb variiert bei den Auswertungen die Zahl (n) der zugrundeliegenden Werte.

Angaben über die Ruhewerte enthält Tabelle 9.

Neben den Mittelwerten und Standardabweichungen sind die Extremwerte angegeben.

Tabelle 9: Überblick über die Ruhewerte

Parameter	Einheit	n	$\bar{x}$	s	Minimum	Maximum
Muskelspezifische Enzyme						
CK	U/l	554	48,7	22,5	26,0	334,0
ASAT	U/l	554	134,1	38,0	66,0	510,0
ALD	U/l	555	7,27	5,06	0,77	42,50
Leberindikatoren						
γ -GT	U/l	555	18,7	5,1	9,0	44,0
SDH	U/l	108	0,54	0,82	0,00	6,85
GLDH	U/l	116	1,82	3,38	0,00	21,40
Bilirubin	$\mu\text{mol/l}$	391	31,7	8,9	14,8	77,9
Sonstige Parameter						
AP	U/l	213	224,7	90,7	84,0	768,0
Lactat	mmol/l	397	1,16	0,44	0,02	4,53
Hämatokrit	Vol. %	538	38,5	4,4	19	54
Gesamteiweiß	g/100ml	135	6,93	0,51	5,59	8,40

Die Enzymwerte sind nicht normal verteilt. Bei der Interpretation ist dies zu berücksichtigen. Um sie einer Normalverteilung anzunähern, werden sie zu den weiteren Berechnungen transformiert (natürlicher Logarithmus). Damit auch die Minima der Enzyme SDH und GLDH logarithmiert werden können, wird für den Wert 0 der Wert 0,005 eingesetzt.

Wie die Mittelwerte in Tabelle 9 zeigen, bewegen sich die muskelspezifischen Enzymwerte im physiologischen Bereich. Dennoch treten, wie an den Maxima zu sehen ist, vereinzelt erhöhte Werte auf. Diese sind von Araberhengsten, die beide aus demselben Betrieb stammen und 1982 an der HLP teilgenommen haben. Die Werte dieser beiden Hengste sind an fünf von sieben Entnahmeterminen erhöht: CK über 90 U/l, ASAT über 240 U/l, ALD über 17 U/l. Beide Hengste haben trotzdem die HLP ohne klinische Muskelerkrankungen absolviert.

Die Mittelwerte der Leberindikatoren liegen ebenfalls im physiologischen Bereich. Die Maximalwerte der Enzyme SDH und GLDH sind sporadisch auftretende Einzelwerte, die durch keine anderen Symptome einer Erkrankung begleitet sind. Der Mittelwert von γ -GT (18,7 U/l) liegt sehr nahe bei der von der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft (DVG) angegebenen oberen Norm (20 U/l). Dies hat zwei Gründe: Einerseits liegen die Werte der γ -GT während der HLP relativ hoch, über dem von RAUCH (1983) erarbeiteten Normalbereich für Warmblut-Springpferde (bis 12 U/l), andererseits sind sie zu Beginn der HLP im Jahr 1983 mit durchschnittlich 25 bzw. 26 U/l über die DVG-Norm erhöht. Obwohl diese beiden Mittelwerte nicht mit klinisch-pathologischen Befunden erklärt werden können, muß angenommen werden, daß sie nicht durch das Training, sondern durch andere unbekannte Einflüsse bedingt sind. Dadurch bergen sie die Gefahr der Fehlinterpretation in sich, so daß alle Ruhewerte der γ -GT im Jahr 1983 nicht ausgewertet werden können.

Der Maximalwert von AP liegt als einzelner Wert deutlich außerhalb der anderen Meßwerte.

Die Maximalwerte von Lactat und Hämatokrit stammen von Pferden, die sich bei der Blutentnahme aufgeregt haben.

4.2 2. Systematische Einflüsse

Rasse

Es können nur die Unterschiede zwischen den Rassen Warmblut und Araber untersucht werden. Die Zahl der "Sonstigen" ist für statistische Untersuchungen zu klein. Tabelle 10 zeigt die Mittelwerte der untersuchten Parameter. Die Unterschiede sind mittels des t-Tests auf Signifikanz geprüft.

ALD, Bilirubin und AP sind beim Warmblut signifikant höher als beim Araber, während ASAT beim Araber signifikant höher ist als beim Warmblut.

Jahr

Die Mittelwerte der untersuchten Parameter sind in Tabelle 11 angegeben. Die Unterschiede sind - je nach Bedarf - mit einer Varianzanalyse oder mit einem t-Test auf Signifikanz getestet. Das Jahr, in dem die HLP stattfindet, hat, wie sich bei dieser Untersuchung zeigt, einen deutlichen Einfluß auf die Ruhewerte. Außer bei Bilirubin und Gesamteiweiß bestehen bei allen Parametern signifikante Unterschiede zwischen den Jahren.

Entnahmetermin

Die Mittelwerte zeigt Tabelle 12. Die Unterschiede sind mittels einer Varianzanalyse auf Signifikanz getestet. Die Ruhewerte von CK, ASAT, ALD, GLDH, AP und Lactat verändern sich signifikant während der HLP.

Lediglich SDH und GLDH weisen während der HLP einen annähernd kontinuierlichen Anstieg auf. Dieser ist jedoch für SDH nicht signifikant. Bei keinem der übrigen Parameter ist während der ganzen HLP eine einheitliche Veränderung zu erkennen. Dennoch weisen auch sie während einzelner Trainingsphasen einen kontinuierlichen Verlauf auf. So steigt beispielsweise CK vom 4. zum 7. Entnahmetermin an. Ähnlich verhält sich ASAT zwischen dem 1. und 4. Entnahmetermin.

Die Abbildungen 1 bis 4 zeigen den Verlauf der Enzyme CK, ASAT, ALD und γ -GT während der HLP in den drei Jahren.

Es ist zu erkennen, daß einerseits zwischen dem Verhalten der vier Enzyme innerhalb eines Jahres nur wenige Gemeinsamkeiten bestehen. Andererseits zeigt sich, daß die Enzyme in den drei Jahren sehr unterschiedlich verlaufen.

Als einzige Gemeinsamkeit der Enzyme ist zu erkennen, daß ihre Schwankungen im Jahr 1982 geringer sind als in den Jahren 1983 und 1984. Am deutlichsten zeigt dies ALD, bei der zusätzlich zu erkennen ist, daß ihr Maximum 1982 in der ersten und in den folgenden Jahren in der zweiten Trainingshälfte liegt.

Tabelle 10: Mittelwerte der Rassen und Signifikanz der Unterschiede

Rasse	CK ¹	ASAT ¹	ALD ¹	γ-GT ¹	SDH ¹	GLDH ¹	Bili-rubin	AP ¹	Lactat	Häma-tokrit	Gesamt-eiweiß
Warmblut	3,82	4,86	1,84	2,84	-1,77	-1,02	32,83	5,40	1,17	38,3	6,92
Araber	3,89	4,92	1,69	2,84	-1,50	-0,52	27,02	5,13	1,12	38,8	6,98
Signi-fikanz	n.s.	*	*	n.s.	n.s.	n.s.	***	***	n.s.	n.s.	n.s.

Tabelle 11: Mittelwerte der Jahre und Signifikanz der Unterschiede

Jahr	CK ¹	ASAT ¹	ALD ¹	γ-GT ¹	SDH ¹	GLDH ¹	Bili-rubin	AP ¹	Lactat	Häma-tokrit	Gesamt-eiweiß
1982	3,92	4,86	1,97	2,75	--	--	--	4,89	1,07	36,0	--
1983	3,78	4,93	1,47	--	-2,29	-2,06	32,48	5,49	0,93	38,8	6,95
1984	3,81	4,81	2,01	2,92	-1,49	0,09	30,72	5,48	1,48	40,3	6,92
Signi-fikanz	***	***	***	***	*	***	n.s.	***	***	***	n.s.

Tabelle 12: Mittelwerte der Entnahmetermine und Signifikanz der Unterschiede

Entnahme-termin	CK ¹	ASAT ¹	ALD ¹	γ-GT ¹	SDH ¹	GLDH ¹	Bili-rubin	AP ¹	Lactat	Häma-tokrit	Gesamt-eiweiß
1	3,83	4,80	1,60	2,83	-2,17	-1,04	30,79	5,49	1,18	38,2	--
2	3,82	4,87	1,72	2,75	--	--	30,08	--	0,93	38,7	6,96
3	3,90	4,89	1,78	2,84	-1,67	-1,78	31,21	--	1,12	39,1	--
4	3,76	4,92	1,58	2,89	-1,41	-0,35	32,55	5,34	1,24	38,5	--
5	3,76	4,85	1,24	2,86	--	--	33,28	--	--	39,2	6,90
6	3,85	4,82	1,76	2,88	--	--	32,05	4,94	1,21	37,6	--
7	3,88	4,91	1,87	2,83	-1,04	0,31	31,81	5,38	1,08	37,4	6,99
Signi-fikanz	***	**	*	n.s.	n.s.	*	n.s.	***	**	n.s.	n.s.

¹ logarithmierte Werte

Abbildung 1: Verlauf der CK-Aktivität während der HLP
in den Jahren 1982 - 1984

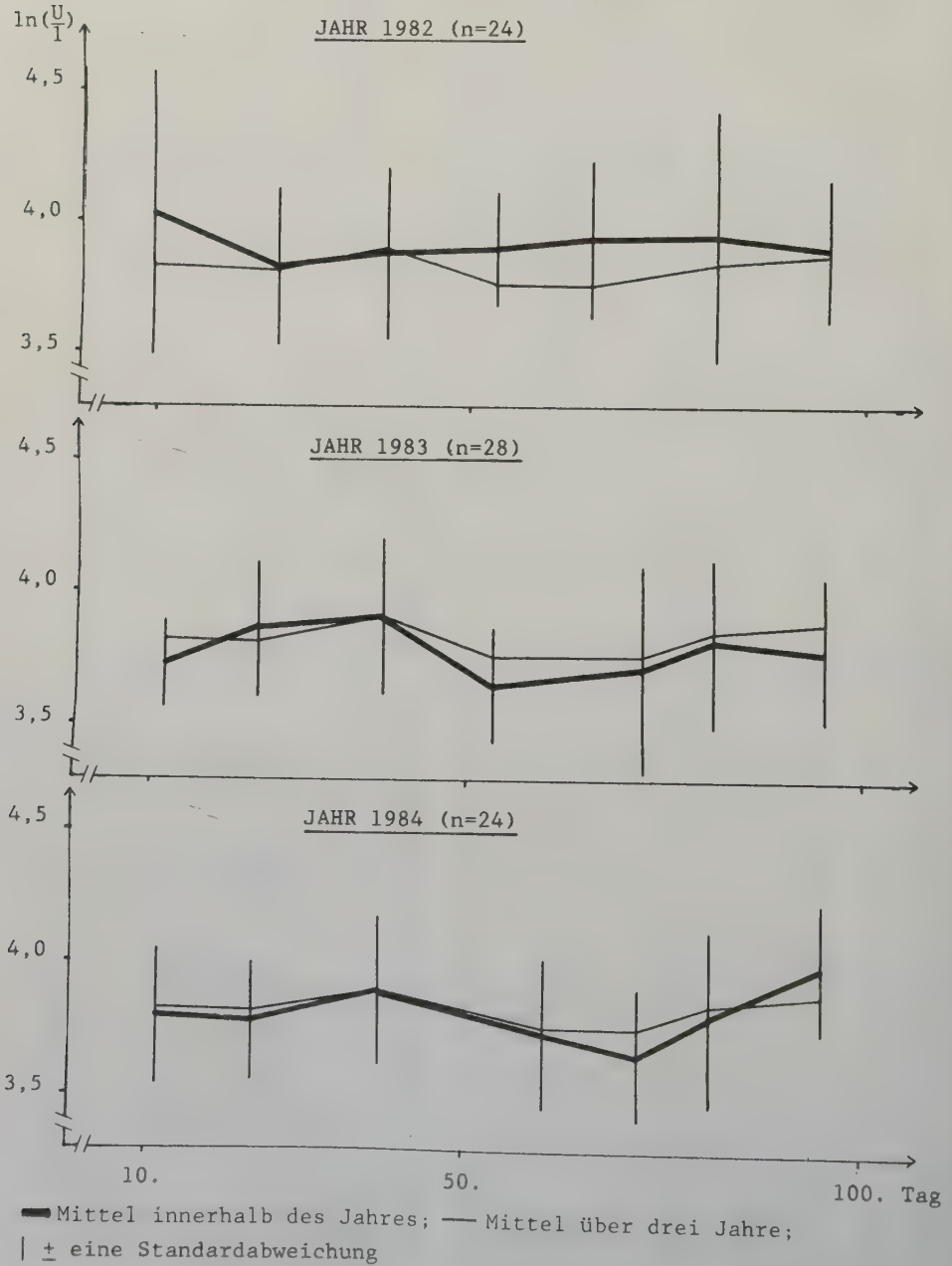
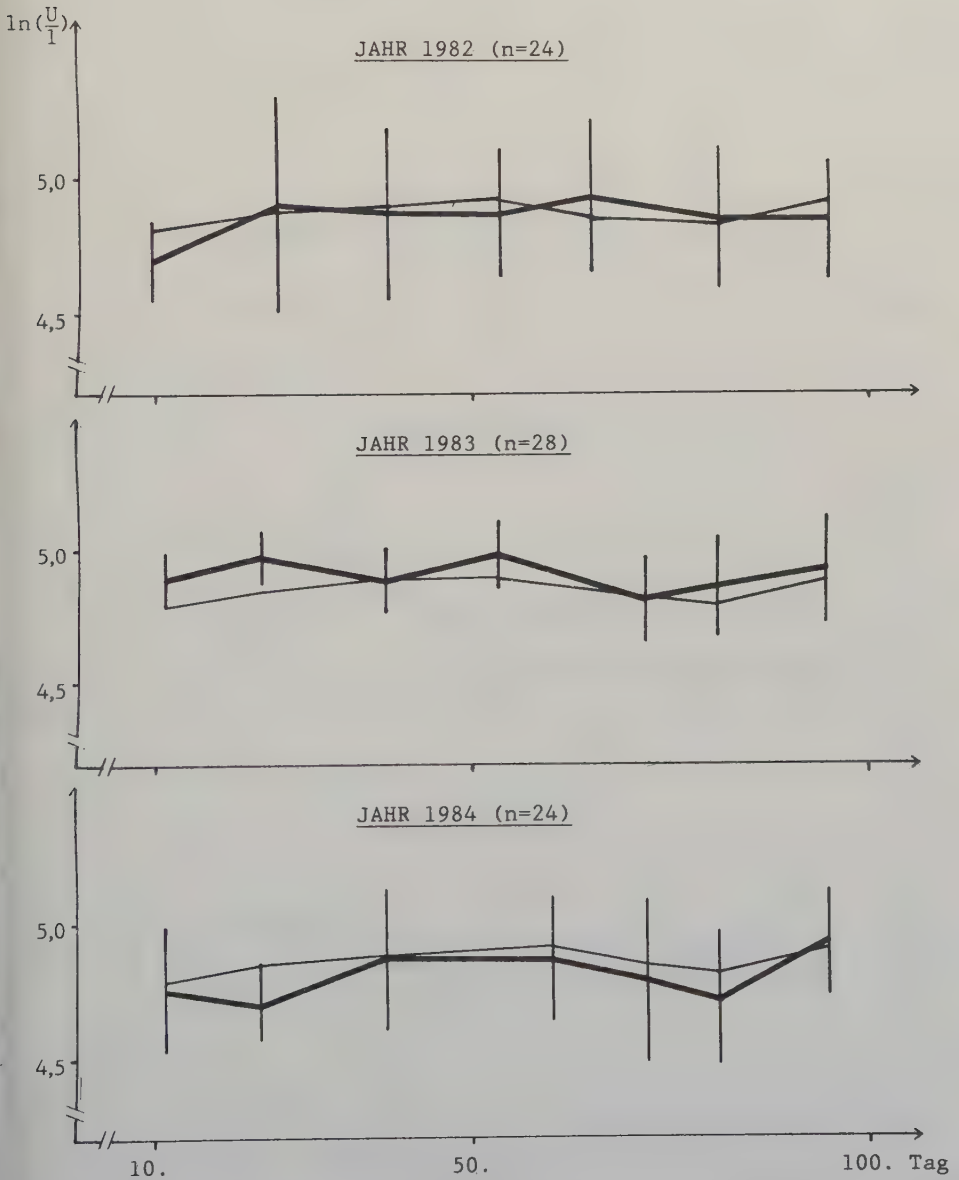


Abbildung 2: Verlauf der ASAT-Aktivität während der HLP
in den Jahren 1982 - 1984



— Mittel innerhalb des Jahres; — Mittel über drei Jahre;
| ± eine Standardabweichung

Abbildung 3: Verlauf der ALD-Aktivität während der HLP
in den Jahren 1982 - 1984

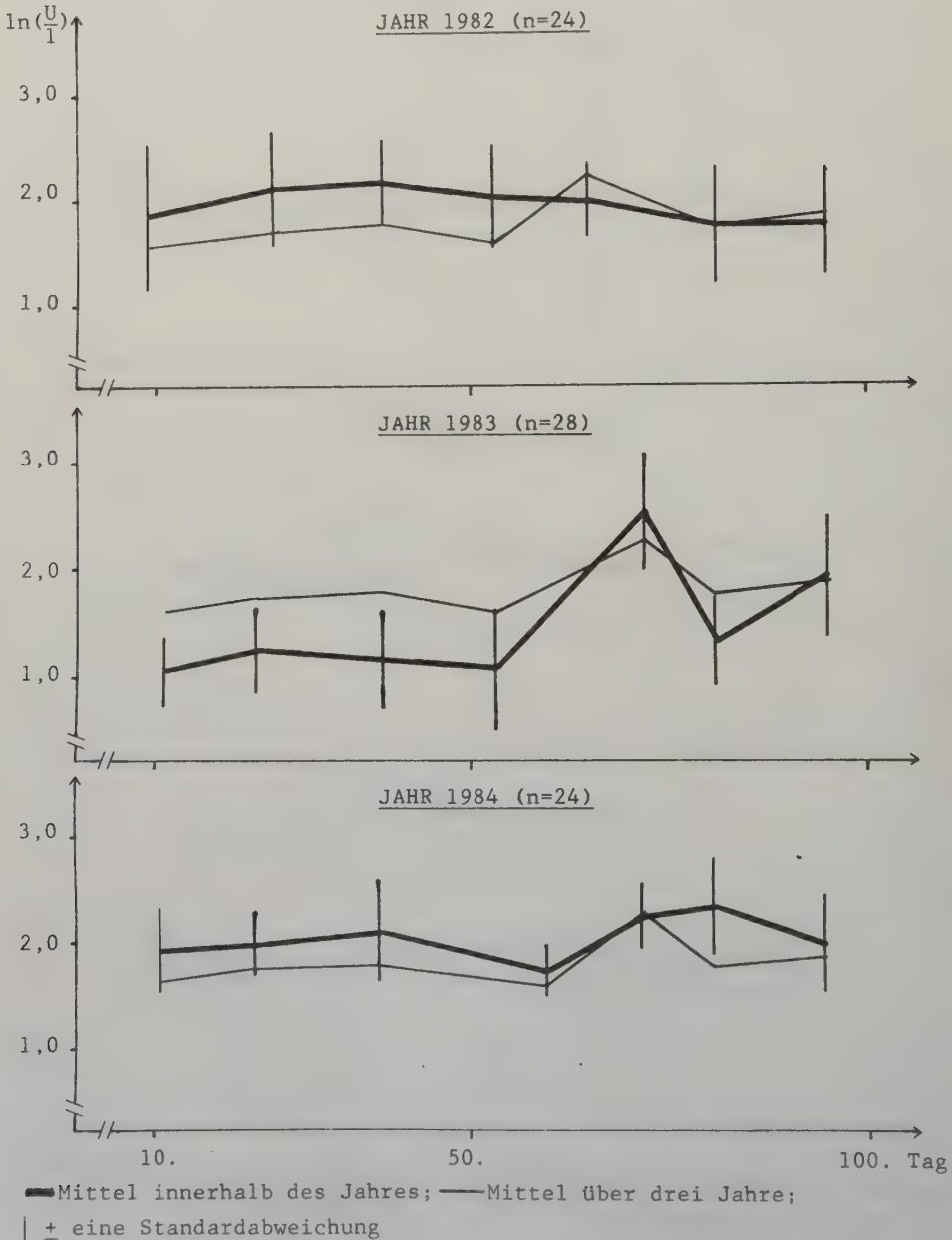
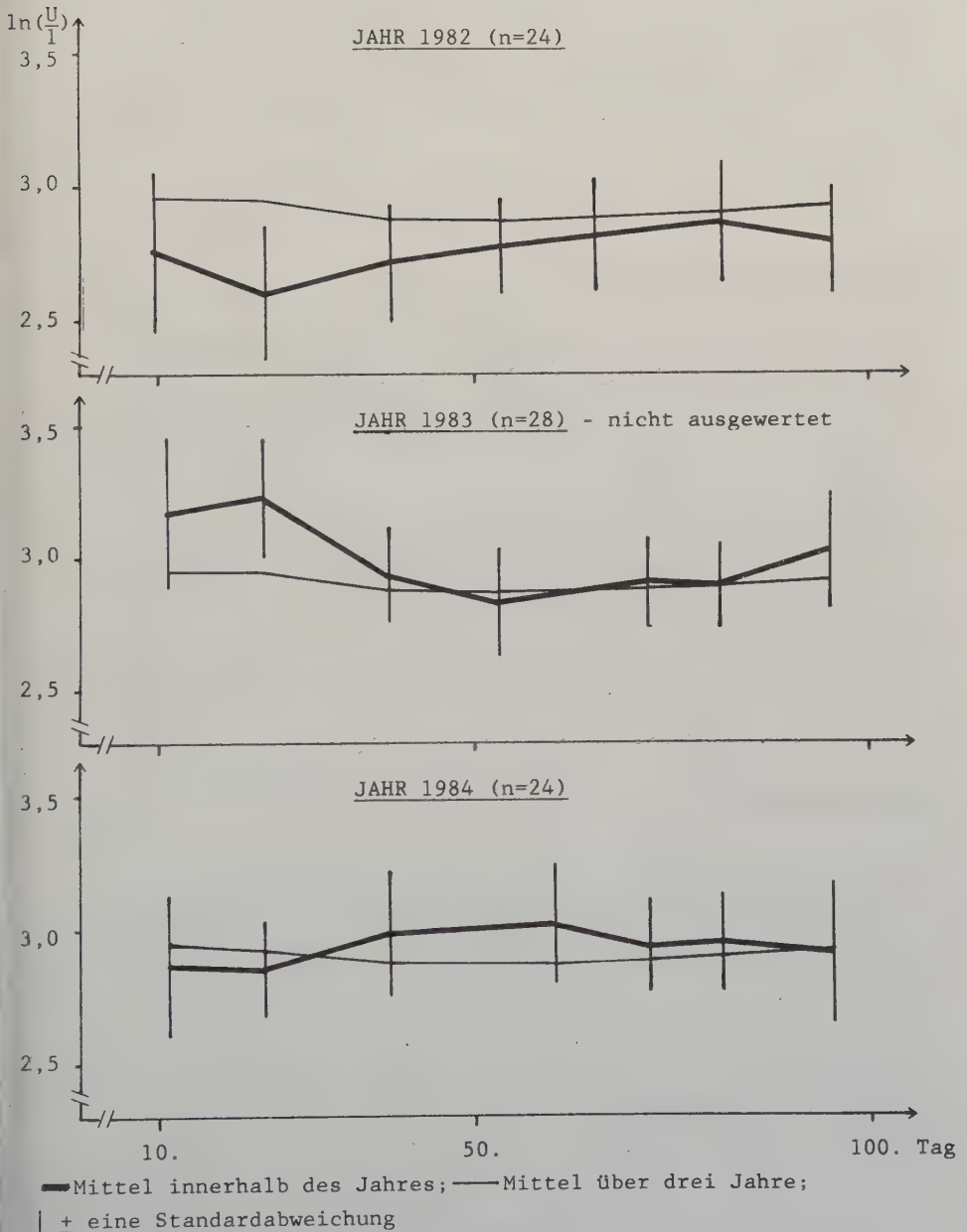


Abbildung 4: Verlauf der γ -GT-Aktivität während der HLP
in den Jahren 1982 - 1984



4.2.3. Beziehungen zwischen den Ruheparametern

Die Serumenzymaktivitäten von CK, ASAT und ALD gelten als Muskelindikatoren, die von γ -GT, SDH, GLDH sowie die Bilirubinblutkonzentration als Leberindikatoren. Um die Zusammengehörigkeit dieser beiden Gruppen und auch andere Zusammenhänge zwischen den Parametern zu untersuchen, werden sie untereinander korreliert.

Die Korrelationskoeffizienten ergeben sich aus Tabelle 13.

Muskelspezifische Enzyme

Die muskelspezifischen Enzyme sind auch hier als zusammengehörige Gruppe anzusprechen. Zwischen ihnen bestehen signifikante positive Korrelationen. Der Zusammenhang zwischen CK und ASAT bzw. zwischen CK und ALD ist dabei enger als zwischen ASAT und ALD.

Auch mit den Leberindikatoren bestehen Zusammenhänge. Insbesondere mit SDH sind alle Muskelenzyme signifikant positiv korreliert. CK und ASAT sind mit Bilirubin signifikant negativ korreliert. Außerdem bestehen zwischen ASAT und γ -GT sowie zwischen ALD und GLDH signifikant positive Korrelationen. ASAT ist zusätzlich mit AP signifikant positiv und mit Lactat signifikant negativ korreliert.

Leberindikatoren

Die Zusammengehörigkeit der Leberindikatoren ist nicht eindeutig. Während die Korrelationen zwischen SDH, GLDH und Bilirubin signifikant sind, bestehen zwischen diesen Parametern und γ -GT keine signifikanten Korrelationen. Dies kann jedoch auch in der geringen Anzahl der Proben begründet sein. GLDH, Bilirubin und besonders SDH stehen mit den muskelspezifischen Enzymen in einem engeren Zusammenhang als mit γ -GT. Bilirubin ist stets, auch mit den muskelspezifischen Enzymen, negativ korreliert.

Zwischen γ -GT, Lactat und Hämatokrit bestehen signifikant positive Korrelationen. SDH ist mit AP positiv korreliert.

Sonstige Parameter

Hämatokrit ist mit AP und Lactat signifikant positiv korreliert.

4.2.4. Beziehungen zwischen Ruhewerten und Prüfungsmerkmalen

Zwischen den Ruhewerten und den Prüfungsmerkmalen sollen grundsätzliche Beziehungen untersucht werden. Sowohl die Höhe als auch der Verlauf der Blutparameter während der HLP enthalten Informationen über das individuelle Leistungsvermögen. Außerdem unterliegen Blutparameter zufälligen Einflüssen, besonders durch unterschiedliches Training an den Vortagen. Deshalb wird aus den Ruhewerten eines Hengstes für jeden Parameter eine Regression gegen die Zeit berechnet, aus der als Kenngrößen der Mittelwert (durchschnittliche Höhe der Werte) und der Regressionskoeffizient hervorgehen.

Der Regressionskoeffizient gibt somit die Verlaufsrichtung der Ruhewerte während der HLP an und wird deshalb als Trend bezeichnet.

Da die Parameter SDH, GLDH und AP in der Regel nur dreimal bestimmt werden und teilweise, besonders SDH und GLDH, aus meßtechnischen Gründen in einigen Proben nicht untersucht werden können, wird bei diesen Parametern folgendermaßen verfahren:

Liegt nur ein Wert vor, wird dieser als Mittelwert genommen, aber kein Trend berechnet; liegen mindestens zwei Werte vor, so wird aus diesen der Mittelwert und der Trend berechnet.

Die Beziehungen werden mittels einer Korrelationsanalyse zwischen den Kenngrößen, Mittelwert und Trend, und den Prüfungsmerkmalen berechnet.

Wegen etwaiger Rassenunterschiede werden diese Berechnungen auch getrennt für die Rassen Warmblut und Araber durchgeführt. Die Unterschiede zwischen den Jahren können nicht berücksichtigt werden. Sie sind zwar bei den Ruhewerten sehr deutlich, aber bei den Prüfungsmerkmalen nur in wenigen Fällen vorhanden (vgl. 4.1.). Deshalb sind nur geringe Unterschiede der Korrelationen zu erwarten, über die in dem vorhandenen Material keine zuverlässige Aussage möglich ist.

Die Korrelationskoeffizienten sind im Anhang, Tabellen 30 bis 35, angegeben.

Aus ihnen ergibt sich, daß die Korrelationen bei den Rassen teilweise verschiedene Vorzeichen haben.

Korrelationen der Mittelwerte mit den Prüfungsmerkmalen

Tabelle 14 zeigt die gleichsinnigen Beziehungen der Mittelwerte, die bei der gemeinsamen Berechnung signifikant sind.

Die Korrelationen (r) liegen zwischen $-0,44$ und $+0,42$. Zum Gesamtabschneiden der Hengste, der "Gesamtpunktzahl", zeigen nur GLDH und Bilirubin signifikante Beziehungen, die mit Korrelationskoeffizienten von $r=-0,25$ bzw. $r=+0,25$ lose sind.

Die Vorzeichen der Korrelationen sind bei Bilirubin positiv, sonst überwiegend negativ. Ausnahmen sind CK, das nur eine signifikante Beziehung zeigt, und ASAT, SDH, AP und Hämatokrit, die sowohl negative als auch einige positive Korrelationen aufweisen.

Bei Bilirubin und AP wird die Höhe der Korrelationen durch den deutlichen Rassenunterschied beeinflusst. Bei der getrennten Berechnung sind die Korrelationskoeffizienten dieser Parameter in der Regel niedriger.

Tabelle 14: Gleichsinnige Korrelationen der Mittelwerte mit den Prüfungsmerkmalen (Erläuterungen im Text)

Beziehung		Total		Warmblut		Araber	
		n	r	n	r	n	r
CK	x Geschwindigkeit Gelände	76	0,26*	57	0,15	17	0,53*
ASAT	x Parc.-Springwilligkeit	76	-0,29**	57	-0,06	17	-0,46*
	x Geschw. Jagdgalopp	76	0,20*	57	0,06	17	0,44
ALD	x Leistungsbereitschaft	76	-0,20*	57	-0,13	17	-0,25
Y-GT	x Geschwindigkeit Gelände	48	-0,44***	37	-0,40**	10	-0,45
SDH	x Parc.-Springwilligkeit	49	0,29*	40	0,16	9	0,87***
	x Schrittlänge	49	-0,25*	40	-0,41**	9	-0,43
GLDH	x Gesamtpunktzahl	52	-0,25*	40	-0,23	11	-0,40
	x Vorprüfung	52	-0,23*	40	-0,22	11	-0,36
	x Charakter	52	-0,25*	40	-0,22	11	-0,69**
	x Leistungsbereitschaft	52	-0,23*	40	-0,23	11	-0,59*
	x Trittlänge	52	-0,24*	40	-0,28*	11	-0,07
	x Geschwindigkeit Schritt	52	-0,28*	40	-0,33*	11	-0,12
	x Schrittlänge	52	-0,29*	40	-0,39**	11	-0,25
Bili-rubin	x Gesamtpunktzahl	52	0,25*	40	0,19	11	0,56*
	x Abschl. Leistungstest	52	0,28*	40	0,24	11	0,18
	x Springanlage	52	0,25*	40	0,24	11	0,57*
	x Parc.-Springmanier	52	0,34**	40	0,28*	11	0,44
	x Gelände-Manier	52	0,29*	40	0,24	11	0,04
	x Gelände-Galoppade	52	0,23*	40	0,16	11	0,45
	x Geschwindigkeit Trab	52	0,35**	40	0,31*	11	0,64*
	x Trittlänge	52	0,35**	40	0,14	11	0,70*
	x Schrittlänge	52	0,42**	40	0,30*	11	0,18
AP	x Charakter	76	-0,26*	57	-0,18	17	-0,36
	x Springanlage	76	0,27**	57	0,22*	17	0,02
	x Geschwindigkeit Gelände	76	-0,42***	57	-0,39***	17	-0,39
	x Geschw. Jagdgalopp	76	-0,30**	57	-0,14	17	-0,25
Lactat	x Charakter	76	-0,36***	57	-0,32**	17	-0,41*
	x Geschwindigkeit Gelände	76	-0,24*	57	-0,15	17	-0,42*
Häma-tokrit	x Allg. Leistungsvermögen	76	0,19*	57	0,02	17	0,66*
	x Beurteilung Schritt	76	-0,19*	57	-0,21	17	-0,13
	x Geschwindigkeit Galopp	76	0,24*	57	0,23*	17	0,41
	x Geschwindigkeit Schritt	76	-0,22*	57	-0,21	17	-0,37
	x Geschwindigkeit Gelände	76	-0,19*	57	-0,31*	17	-0,08

Die gegenseinnigen Beziehungen sind, soweit mindestens bei einer Rasse die Signifikanzschwelle überschritten wird, in Tabelle 15 zusammengestellt.

Tabelle 15: Gegenseinnige Korrelationen der Mittelwerte bei den Rassen Warmblut und Araber

Beziehung		Total		Warmblut		Araber	
		n	r	n	r	n	r
CK	x Bewegungsablauf	76	0,14	57	0,25*	17	-0,04
ALD	x Geschwindigkeit Trab	76	-0,00	57	-0,30*	17	0,51*
	x Geschwindigkeit Schritt	76	0,00	57	-0,26*	17	0,27
	x Schrittlänge	76	0,12	57	-0,22*	17	0,42*
V-GT	x Frei-Springvermögen	48	-0,22	37	-0,28*	10	0,04
	x Geschwindigkeit Trab	48	-0,18	37	-0,34*	10	0,15
	x Geschwindigkeit Schritt	48	-0,24	37	-0,29*	10	0,04
SDH	x Geschwindigkeit Trab	49	-0,17	40	-0,30*	9	0,54
GLDH	x Geschwindigkeit Trab	52	-0,36**	40	-0,54***	11	0,34
	x Sprunglänge	52	-0,01	40	0,13	11	-0,64*
AP	x Beurteilung Schritt	76	-0,22*	57	-0,32**	17	0,17
	x Parcours-Springmanier	76	-0,02	57	-0,25*	17	0,11
	x Gelände-Manier	76	0,17	57	-0,08	17	0,51*
Lactat	x Parcours-Springmanier	76	-0,12	57	-0,27*	17	0,23
	x Tierärztl. Konditionsprfg.	76	-0,22*	57	-0,31**	17	0,13
	x Geschwindigkeit Trab	76	-0,18	57	-0,29*	17	0,06
Häma-	x Beurteilung Trab	76	-0,17	57	-0,32**	17	0,23
tokrit	x Beurteilung Galopp	76	-0,10	57	-0,25*	17	0,29
	x Parc.-Springwilligkeit	76	0,09	57	-0,03	17	0,43*
	x Gelände-Galoppade	76	-0,03	57	-0,20	17	0,50*
	x Gelände-Punkte	76	-0,01	57	-0,02	17	0,44*

Die Korrelationen liegen bei Warmblut im Bereich von $r = -0,54$ bis $0,25$ und bei Araber im Bereich von $r = -0,64$ bis $0,54$ und für alle Hengste im Bereich von $r = -0,36$ bis $0,17$.

Die Zahl der Araberhengste ist sehr gering, so daß bei ihnen die Korrelationen deutlich enger als bei den Warmbluthengsten sein müssen, um signifikant zu sein. Deshalb sind in Tabelle 15 alle Korrelationen aufgeführt, die bei einer Rasse signifikant sind.

Korrelationen der Trends mit den Prüfungsmerkmalen

Tabelle 16 enthält die gleichsinnigen Korrelationen der Trends mit den Prüfungsmerkmalen, die bei gemeinsamer Berechnung signifikant sind.

Tabelle 16: Gleichsinnige Korrelationen der Trends mit den Prüfungsmerkmalen (Erläuterungen im Text)

Beziehung		Total		Warmblut		Araber	
		n	r	n	r	n	r
CK	x Bewegungsablauf	76	0,21*	57	0,21	17	0,16
	x Allg. Leistungsvermögen	76	0,24*	57	0,20	17	0,61**
ASAT	x Gesamtpunktzahl	76	-0,20*	57	-0,17	17	-0,69***
	x Vorprüfung	76	-0,19*	57	-0,19	17	-0,50*
	x Charakter	76	-0,28**	57	-0,28*	17	-0,33
	x Leistungsbereitschaft	76	-0,23*	57	-0,21	17	-0,37
	x Beurteilung Schritt	76	-0,28**	57	-0,21	17	-0,61**
	x Geschwindigkeit Trab	76	-0,30**	57	-0,08	17	-0,26
ALD	x Beurteilung Schritt	76	-0,29**	57	-0,30*	17	-0,33
	x Geschwindigkeit Gelände	76	-0,28**	57	-0,31*	17	-0,23
	x Geschw. Jagdgalopp	76	-0,24*	57	-0,16	17	-0,34
SDH	x Parcours-Springmanier	41	0,29*	37	0,19	4	0,37
	x Geschwindigkeit Trab	41	0,42**	37	0,44**	4	0,05
	x Geschwindigkeit Schritt	41	0,44**	37	0,33*	4	0,92*
	x Schrittlänge	41	0,53***	37	0,41**	4	0,31
GLDH	x Gesamtpunktzahl	43	-0,33*	36	-0,41**	7	-0,03
	x Abschl. Leistungstest	43	-0,34*	36	-0,33*	7	-0,14
	x Springanlage	43	-0,44***	36	-0,44**	7	-0,25
	x Bewegungsablauf	43	-0,29*	36	-0,30*	7	-0,20
	x Frei-Springvermögen	43	-0,26*	36	-0,23	7	-0,40
	x Frei-Springmanier	43	-0,36**	36	-0,39**	7	-0,27
	x Sprunglänge	43	-0,44***	36	-0,36*	7	-0,05
	x Schrittlänge	43	-0,41**	36	-0,19	7	-0,15
Bili-rubin	x Dressurprüfung	52	-0,25*	40	-0,07	11	-0,52
AP	x Trittlänge	76	0,24*	57	0,18	17	0,54*
	x Schrittlänge	76	0,19*	57	0,18	17	0,24
Häma-tokrit	x Frei-Springmanier	76	-0,30**	57	-0,32**	17	-0,00
	x Trittlänge	76	-0,31**	57	-0,21	17	-0,19
	x Geschwindigkeit Schritt	76	-0,26*	57	-0,22*	17	-0,03

Die Korrelationen liegen bei Warmblut zwischen $r = -0,44$ und $0,44$, bei Araber zwischen $r = -0,69$ und $0,92$ und bei der gemeinsamen Berechnung zwischen $r = -0,44$ und $0,53$.

Zum Gesamtabschneiden der Hengste, der "Gesamtpunktzahl", zeigen hier ASAT und wiederum GLDH signifikante Beziehungen, die mit $r = -0,20$ bzw. $r = -0,33$ ebenfalls lose sind.

Die Vorzeichen der Korrelationen sind überwiegend negativ, außer bei CK, SDH und AP.

Die gegensinnigen Beziehungen sind, soweit sie bei mindestens einer Rasse signifikant sind, in Tabelle 17 zusammengestellt.

Tabelle 17: Gegensinnige Korrelationen der Trends bei den Rassen Warmblut und Araber

Beziehung		Total		Warmblut		Araber	
		n	r	n	r	n	r
CK	x Parc.-Springwilligkeit	76	-0,07	57	-0,21	17	0,44*
ASAT	x Bewegungsablauf	76	-0,11	57	0,01	17	-0,59**
	x Trittlänge	76	-0,19*	57	0,04	17	-0,52*
ALD	x Parc.-Springwilligkeit	76	0,17	57	-0,06	17	0,62**
	x Gelände-Manier	76	-0,13	57	-0,23*	17	0,15
	x Geschwindigkeit Trab	76	-0,13	57	0,04	17	-0,54*
	x Trittlänge	76	-0,05	57	0,07	17	-0,46*
	x Sprunglänge	76	0,10	57	0,26*	17	-0,45*
Y-GT	x Springanlage	48	-0,28*	37	-0,34*	10	0,18
	x Parc.-Springwilligkeit	48	-0,36*	37	-0,39**	10	0,18
SDH	x Abschl. Leistungstest	41	0,31*	37	0,31*	4	-0,66
	x Frei-Springmanier	41	0,27*	37	0,23	4	-0,99***
	x Tierärztl. Konditionspr.	41	0,18	37	0,28*	4	-0,39
GLDH	x Vorprüfung	43	-0,25*	36	-0,39**	7	0,05
	x Charakter	43	0,06	36	-0,16	7	0,89**
	x Leistungsbereitschaft	43	-0,20	36	-0,53***	7	0,53
	x Geschwindigkeit Gelände	43	0,10	36	-0,13	7	-0,73*
Bili-rubin	x Geschwindigkeit Trab	52	-0,10	40	-0,21	11	0,56*
AP	x Parc.-Springwilligkeit	76	-0,01	57	0,11	17	-0,45*
	x Geschwindigkeit Gelände	76	-0,21*	57	-0,29*	17	0,07
Lactat	x Rittigkeit	76	0,10	57	-0,02	17	0,43*
	x Springanlage	76	-0,00	57	-0,16	17	0,48*
	x Frei-Springmanier	76	-0,13	57	-0,23*	17	0,31
	x Parcours-Springmanier	76	-0,13	57	-0,24*	17	0,17
	x Tierärztl. Konditionspr.	76	-0,16	57	-0,26*	17	0,25
Häma-tokrit	x Vorprüfung	76	0,01	57	-0,19	17	0,48*
	x Charakter	76	0,08	57	-0,16	17	0,46*
	x Leistungsbereitschaft	76	0,10	57	-0,09	17	0,43*
	x Rittigkeit	76	0,04	57	-0,02	17	0,43*
	x Frei-Springvermögen	76	-0,20*	57	-0,30*	17	0,25
	x Parcours-Springmanier	76	0,02	57	-0,05	17	0,44*

Die Korrelationen liegen bei Warmblut zwischen $r = -0,53$ und $0,31$, bei Araber zwischen $r = -0,99$ und $0,89$ und insgesamt zwischen $r = -0,36$ und $0,31$. Auch hier, wie bei den Mittelwerten, muß die geringe Zahl der Araber berücksichtigt werden. Sie ist für die unterschiedliche Signifikanz bei gleichem r verantwortlich.

Unterschiede zwischen subjektiven, objektiven und berechneten Prüfungsmerkmalen

Aufgrund ihrer Bestimmungsmethode lassen sich die Prüfungsmerkmale in subjektive, objektive und aus Einzelmerkmalen berechnete Merkmale einteilen (vgl. 3.1. und Tabelle 3). Die prozentualen Anteile dieser Merkmalsgruppen an den Prüfungsmerkmalen insgesamt und an den signifikanten, gleichsinnigen Korrelationen der Mittelwerte und der Trends sind in Tabelle 18 angegeben.

Tabelle 18: Anteile (%) verschiedener Merkmalsgruppen an den Prüfungsmerkmalen und den signifikanten, gleichsinnigen Beziehungen der Mittelwerte und Trends

Merkmals- gruppe	Prüfungsmerkmale insgesamt	Korrelationen der	
		Mittelwerte	Trends
subjektiv	59%	41%	45%
objektiv	31%	47%	41%
berechnet	10%	12%	14%

Sowohl bei den signifikanten, gleichsinnigen Korrelationen der Mittelwerte (Tabelle 14) als auch bei den entsprechenden Korrelationen der Trends (Tabelle 16) sind die subjektiven Merkmale seltener und die objektiven und berechneten Merkmale häufiger vertreten, als dies aufgrund ihres Anteils an den Prüfungsmerkmalen insgesamt zu erwarten ist.

Außerdem bestehen mit den objektiven Prüfungsmerkmalen einige höhere Korrelationen (Mittelwerte: r zwischen -0,44 und +0,42; Trends: r zwischen -0,44 und +0,53) als mit den subjektiven Prüfungsmerkmalen (Mittelwerte: r zwischen -0,36 und +0,34; Trends: r zwischen -0,44 und +0,29).

4.3. Belastungswerte bei den Tests

4.3.1. Übersicht

Zur Bestimmung des Trainingszustandes und -fortschrittes bzw. der individuellen Leistungsfähigkeit der Hengste wurden zwei standardisierte Belastungstests, Test I und Test II, im Abstand von ca. 50 Tagen durchgeführt.

Eine völlige Standardisierung wurde nicht erreicht, weil - neben witterungsbedingten Schwankungen - die vorgegebene Geschwindigkeit innerhalb der Tests nicht eingehalten werden konnte. Bei Test II ist dies besser gelungen als bei Test I. Einen Überblick über die Belastungstests gibt Tabelle 19.

Tabelle 19: Übersicht über die Belastungstests¹

Test	Pferde (n)	Geschwin- digkeit (m/s)	Lactat (mmol/l)	Häma- tokrit (Vol.%)	Gesamt- eiweiß (g/l)	Puls (pro 15 s)	At- mung peratur (°C)	Lufttem- peratur (°C)	Luft- druck (hpa)	Nieder- schlag (mm/m ²)
I/82	17	8,7 +1,3	12,26 +7,71	58 +3,7	--	31 +4,9	17 +4,3	19,8	962	37,8
I/83	26	6,8 +0,6	2,92 +1,07	52 +2,1	7,39 +0,44	21 +4,4	17 +4,5	21,3	956	1,0
I/84	23	7,6 +0,7	4,27 +4,65	53 +2,4	7,35 +0,75	24 +4,3	14 +4,4	13,6	962	14,5
II/82	25	9,2 +0,5	19,99 +7,62	58 +2,8	--	32 +6,8	21 +4,0	25,4	950	3,2
II/83	25	9,3 +0,3	19,28 +5,28	55 +2,8	7,68 +0,44	29 +5,2	24 +4,2	24,5	952	0,2
II/84	23	9,9 +0,3	21,36 +4,72	58 +2,1	7,56 +0,39	30 +7,5	23 +3,9	22,2	958	19,1

¹ meteorologische Angaben: Deutscher Wetterdienst, Wetteramt München, Flugwetterwarte München-Riem;
Niederschlag der letzten fünf Tage.

Die Auswirkungen der systematischen Einflüsse Rasse, Jahr und Reiter wurden mittels einer Varianzanalyse auf Signifikanz geprüft. Hierbei zeigen die Parameter Atmung bei Test II zwischen Rasse und Reiter bzw. Geschwindigkeit bei beiden Tests zwischen Jahr signifikante Unterschiede. Eine Korrektur der Werte auf Rasse und Reiter ist nicht möglich, weil in dem kleinen Material Korrekturfaktoren nicht genau berechnet werden können. Die Bedeutung der Geschwindigkeit wird in 4.3.3. genauer untersucht.

4.3.2. Beziehungen zwischen den Belastungswerten

Die Beziehungen werden anhand einer Korrelationsanalyse untersucht. Hierbei werden zwei getrennte Auswertungen durchgeführt:

- Wiederholbarkeit der Parameter
- Korrelationen der Parameter untereinander

Wiederholbarkeit der Parameter

Die Wiederholbarkeit der untersuchten Parameter von Test I zu Test II wurde als Korrelation berechnet. Das Ergebnis zeigt Tabelle 20.

Tabelle 20: Wiederholbarkeit der Parameter

Parameter	n	r
Geschwindigkeit	69	-0,05
Lactat	56	-0,01
Hämatokrit	53	0,57***
Gesamteiweiß	40	0,18
Puls	70	-0,03
Atmung	69	0,15

Mit Ausnahme des Hämatokrit bestehen nur niedrige, nicht signifikante Wiederholbarkeiten. Allerdings wirkt sich die geringe Wiederholbarkeit der Geschwindigkeit auf die anderen Parameter aus.

Korrelationen der Parameter untereinander

Bei dieser Auswertung werden alle Werte, unabhängig von ihrer Herkunft (Test I oder II), gleichwertig behandelt. Die resultierenden Korrelationen enthält Tabelle 21.

Tabelle 21: Korrelationen der Parameter untereinander

	Lactat	Hämatokrit	Gesamt-eiweiß	Puls	Atmung
Lactat	--	0,59*** (n=136)	0,27** (n=96)	0,59*** (n=139)	0,50*** (n=138)
Hämatokrit		--	0,22* (n=93)	0,47*** (n=136)	0,20** (n=135)
Gesamt-eiweiß			--	0,18* (n=96)	0,07 (n=96)
Puls				--	0,22** (n=158)
Atmung					--

Die Korrelationen liegen zwischen $r=0,07$ und $r=0,59$. Mit einer Ausnahme sind alle Belastungswerte signifikant untereinander korreliert. Erwartungsgemäß zeigen Lactat, Hämatokrit und Puls, die auch deutlich mit der Geschwindigkeit korreliert sind, die engsten Beziehungen untereinander.

4.3.3. Beziehungen zwischen den Belastungswerten und der Geschwindigkeit

Die Korrelationen der Belastungswerte mit der Geschwindigkeit sind in Tabelle 22 angegeben.

Tabelle 22: Korrelationen der Belastungswerte mit der Geschwindigkeit

Test	Lactat	Häma- tokrit	Gesamt- eiweiß	Puls	Atmung
I	0,71*** (n=60)	0,74*** (n=63)	0,23 (n=48)	0,58*** (n=81)	0,15 (n=81)
II	0,36** (n=72)	0,16 (n=72)	-0,06 (n=48)	0,17 (n=72)	0,22 (n=76)

Außer Gesamteiweiß bei Test II sind alle Belastungswerte positiv mit der Geschwindigkeit korreliert. In der Regel sind die Korrelationen bei Test I enger als bei Test II. Lactat ist als einziger Parameter bei beiden Tests signifikant korreliert.

Korrektur des Lactatwertes auf die Geschwindigkeit

Unter Einbeziehung beider Tests ergibt sich zwischen Lactat und Geschwindigkeit eine Korrelation von $r = 0,83^{***}$.

Für diese Beziehung läßt sich folgende Regression berechnen:

$$\ln(\text{Lactat}) = -3,11 + 0,62 \times \text{Geschwindigkeit}$$

Diese Gleichung beschreibt die Abhängigkeit des Lactatwertes von der Geschwindigkeit. Da es bei den Belastungstests nicht gelungen ist, die Geschwindigkeit der einzelnen Hengste innerhalb der Tests konstant zu halten, können die Lactatwerte nicht unmittelbar als Beurteilungskriterien herangezogen werden. Erst nach der Korrektur auf die Geschwindigkeit ist dies möglich. Deshalb wird folgendes Korrekturverfahren angewandt: Jeder Lactatwert wird logarithmiert (natürlicher Logarithmus).

Aus der angegebenen Regressionsgleichung ergibt sich für jede gelaufene Geschwindigkeit der bei durchschnittlichem Leistungsvermögen zu erwartende Lactatwert. Die Differenz zwischen dem gemessenen und dem erwarteten Lactatwert (= Residuum) stellt den geschwindigkeitskorrigierten Lactatwert dar. Er ist proportional dem La 600-Wert, bei dem zum korrigierten Lactatwert der mittlere Lactatwert für die Geschwindigkeit von 10,0 m/s (600 m/min) addiert wird (vgl. Abschnitt 2.2.3. Lactat).

Der korrigierte Lactatwert weist im Gegensatz zum unkorrigierten Lactatwert eine signifikante Wiederholbarkeit zwischen Test I und Test II auf ($r = 0,35^{**}$).

4.3.4. Rangfolgen der Hengste anhand der korrigierten Lactatwerte

Anhand der korrigierten Lactatwerte können die Hengste in eine Rangfolge gebracht werden. Die Rangplätze der Hengste bei den Tests sind im Anhang, Tabelle 36, angegeben. Die Korrelationen der Rangplätze von Test I mit den Rangplätzen von Test II zeigt Tabelle 23.

Tabelle 23: Rangkorrelationen bei den Belastungstests

Jahr	n	r	Signifikanz
insgesamt	56	0,42	***
1982	15	0,07	n.s.
1983	21	0,33	n.s.
1984	20	0,36	n.s.

Mit Ausnahme des Jahres 1982 zeigen die Rangkorrelationen eine mittlere Wiederholbarkeit ($r = 0,33$ bzw. $0,36$) an. Der geringe Wert im Jahr 1982 kann dadurch erklärt werden, daß bei dem ersten Test (Test I, 1982) das Tempo auf der 1500 Meter langen Strecke nicht konstant beibehalten, sondern auf den letzten 300 Metern erhöht worden ist.

4.3.5. . Beziehungen zwischen Belastungswerten und Prüfungsmerkmalen

Die Beziehungen zwischen den Belastungswerten bei den Tests und den Prüfungsmerkmalen werden mittels einer Korrelationsanalyse untersucht. Die resultierenden Korrelationen sind in Tabelle 24 angegeben. Nicht miteinbezogen sind Gesamteiweiß und Atmung, weil sie eine geringere Abhängigkeit von der Belastungsintensität aufweisen (vgl. Tabelle 22).

Die Korrelationskoeffizienten sind im allgemeinen sehr niedrig, lediglich ca. 13 Prozent überschreiten ein r von 0,20. Zwischen "Geschwindigkeit Gelände", "Geschwindigkeit Jagdgalopp" und den unkorrigierten Belastungswerten von Test I bestehen Korrelationen (r) zwischen 0,21 und 0,51. Sie sind Folge einer signifikanten positiven Korrelation zwischen der wenig standardisierten Geschwindigkeit bei Test I und den Geschwindigkeiten beim Geländeritt und beim Jagdgalopp.

Zu den berechneten Prüfungsmerkmalen "Gesamtpunktzahl", "Vorprüfung" und "Abschließender Leistungstest" bestehen keine signifikanten Beziehungen.

Die Ergebnisse der Belastungstests erlauben keine Vorhersage über das Abschneiden der Hengste bei der HLP.

Tabelle 24: Korrelationen der Belastungswerte mit den Prüfungsmerkmalen

Prüfungsmerkmal	Lactat korrigiert		Lactat		Hämatokrit		Puls	
	Test I (n=60)	Test II (n=72)	Test I (n=60)	Test II (n=72)	Test I (n=63)	Test II (n=72)	Test I (n=81)	Test II (n=77)
Gesamtpunktzahl	-0,09	-0,09	-0,04	-0,16	0,18	0,03	0,11	0,03
Vorprüfung	-0,12	-0,19	-0,02	-0,16	0,20	0,06	0,07	-0,00
Abschließender Leistungstest	-0,04	0,05	-0,06	-0,11	0,12	-0,01	0,12	0,06
Vorprüfung:								
Charakter	-0,03	-0,01	0,15	-0,21*	0,34**	-0,04	0,12	-0,14
Leistungsbereitschaft	-0,15	-0,20*	0,12	-0,15	0,25*	0,03	0,13	-0,05
Rittigkeit	0,04	-0,10	0,01	-0,10	0,16	0,15	0,19	0,07
Springanlage	-0,13	-0,21*	-0,22*	-0,15	-0,12	-0,08	-0,05	0,04
Bewegungsablauf	-0,17	-0,18	-0,15	0,01	0,06	0,22*	0,01	0,20*
Allg. Leistungsvermögen	-0,12	-0,12	-0,08	0,02	-0,02	-0,04	-0,23*	-0,13
Abschließender Leistungstest:								
Beurteilung Trab	0,00	0,04	-0,23*	-0,15	-0,03	0,02	-0,07	0,09
Beurteilung Galopp	-0,07	-0,07	-0,17	-0,17	-0,07	0,05	-0,03	0,15
Beurteilung Schritt	0,20	0,04	0,01	-0,07	0,04	0,08	0,13	0,16
Dressurprüfung	0,21	0,13	-0,10	-0,10	-0,01	0,02	0,05	0,02
Frei-Springvermögen	-0,06	-0,22*	-0,16	-0,17	-0,12	-0,10	0,03	0,01
Frei-Springmanier	0,01	0,04	-0,18	-0,08	-0,13	-0,04	0,04	0,06
Parcours-Springwilligkeit	-0,12	-0,15	-0,36**	-0,08	-0,18	-0,01	-0,18	-0,10
Parcours-Springmanier	0,01	-0,06	-0,14	-0,26*	0,04	0,06	0,09	0,09
Gelände-Manier	-0,00	-0,09	-0,23*	-0,15	-0,07	0,01	-0,01	0,02
Gelände-Galoppade	-0,02	-0,03	-0,22*	-0,12	-0,07	0,01	-0,05	0,01
Gelände-Punkte	-0,04	-0,07	0,05	0,01	0,20	0,02	0,21*	0,01
Tierärztl. Konditionsprüfung	0,02	-0,01	0,08	-0,16	0,06	-0,07	-0,09	-0,14
Geschwindigkeit Trab	-0,04	0,11	0,10	-0,09	0,20	-0,09	0,27*	-0,07
Trittlänge	-0,11	0,06	-0,13	0,07	-0,03	-0,03	0,10	0,18
Geschwindigkeit Galopp	-0,24*	-0,04	0,20	0,10	0,32**	0,04	0,09	-0,01
Springlänge	-0,28*	-0,08	-0,11	0,04	-0,05	-0,03	0,04	0,05
Geschwindigkeit Schritt	0,06	0,02	-0,00	0,02	-0,04	-0,00	0,04	0,14
Schrittlänge	0,14	-0,00	-0,11	-0,10	-0,17	0,01	0,06	0,21*
Geschwindigkeit Gelände	0,02	0,24*	0,32**	0,24*	0,41***	-0,01	0,51***	0,16
Geschwindigkeit Jagdgalopp	-0,28*	0,06	0,34**	0,10	0,46***	0,11	0,21*	-0,05

4.4. Belastungswerte beim "Abschließenden Leistungstest"
 4.4.1. Veränderungen der Blutwerte

Tabelle 25 zeigt die Ruhe- und Belastungswerte bei der "Prüfung im Gelände" und ihren prozentualen Anstieg. Die zugrunde gelegten Ruhewerte sind aus praktischen Gründen sechs Tage vorher bestimmt worden. Belastungswert a und b sind sofort bzw. eine Stunde nach dem Jagdgalopp ermittelt worden.

Tabelle 25: Veränderung der Parameter bei der "Prüfung im Gelände"

Parameter	n	Ruhewert	Belastungswerte		Veränderung (%) ¹
			a	b	
CK	50	50,1	80,8	74,6	61,4
ASAT	52	143,1	162,4	147,5 n.s.	13,4
ALD	24	7,87	12,18	10,32	54,8
γ-GT	52	19,7	23,2	18,6	17,7
Bilirubin	52	31,8	26,1	28,1	-17,9
Lactat	76	1,08	20,26	3,46	1775,9
Hämatokrit	75	37,4	55,4	48,1	40,4
Gesamt-eiweiß	23	6,98	7,23 n.s.	6,62	3,6
Puls	80	8,9	28,7	12,0	219,1
Atmung	80	5,0	23,6	11,0	373,1
Temperatur	56	37,6	39,4	38,3	4,9

¹ Berechnung: $\frac{\text{Belastungswert } a - \text{Ruhewert}}{\text{Ruhewert}} \times 100$

Mit Ausnahme der gekennzeichneten Werte (n.s.) unterscheiden sich die Belastungswerte signifikant ($p \leq 0,001$) von den Ruhewerten.

Die Veränderung der Enzyme und Metabolite entspricht den Literaturangaben (siehe Tabellen 1 und 2).

An der Veränderung der Werte ist zu sehen, daß die Belastung durch die Prüfung im Gelände sehr groß ist. Die Belastungswerte der Enzyme CK, ASAT und γ -GT steigen höher an als bei M- und S-Springpferden während eines Turniers. Der Anstieg der CK ist größer als bei Rennen Englischer Vollblüter. ASAT verändert sich weniger als bei Galopprennen und, ebenso wie ALD, auch weniger als bei Militaryprüfungen. Hämatokrit und Lactat steigen nicht so sehr an wie bei Trab- oder Galopprennen.

Innerhalb einer Stunde nach der Belastung beginnen die Werte sich wieder zu normalisieren. Der Belastungswert $\bar{b}$ liegt bei allen Parametern, außer Gesamteiweiß, näher am Ruhewert als der Belastungswert $\bar{a}$. Eine überschießende Reaktion zeigen γ -GT und Gesamteiweiß, deren Werte nach einer Stunde niedriger sind als die Ruhewerte.

Die höchsten CK- und ASAT-Werte zeigen zwei Araber, die auch während des Trainings wiederholt durch erhöhte Ruhewerte aufgefallen sind (vgl. Abschnitt 4.2.1.). CK erreicht bei ihnen Werte über 400 U/l und ASAT Werte über 500 U/l.

4.4.2. Abhängigkeit der Belastungswerte von der Belastungsart

Im Gegensatz zu den Belastungstests handelt es sich bei der "Prüfung im Gelände" um eine maximale Belastung. Sie besteht aus zwei Teilen, dem "Geländeritt" und dem "Jagdgalopp". Der "Geländeritt", bei dem nur eine Mindestgeschwindigkeit vorgeschrieben ist, geht über 4000 Meter mit 10 festen Hindernissen. Der "Jagdgalopp" schließt sich ohne Unterbrechung mit fliegendem Start an. Er geht über eine Distanz von 1000 Meter, wobei die Hengste maximal auszureiten sind, um die volle Punktzahl zu erreichen. Eine Blutentnahme ist deshalb erst nach dem "Jagdgalopp" möglich. Da die beiden Teilbelastungen nicht zu trennen sind, muß als Maß der Belastungsintensität sowohl die Geschwindigkeit beim "Geländeritt" als auch die

Geschwindigkeit beim "Jagdgalopp" benutzt werden. Beide sind miteinander positiv korreliert ($r=0,41^{***}$).

Tabelle 26 gibt die Korrelationen zwischen Belastungswert a, b, den Veränderungen der Werte und den Geschwindigkeiten des "Geländerittes" und des "Jagdgalopps" an.

Tabelle 26: Korrelationen der Belastungswerte und ihrer Veränderungen mit der Geschwindigkeit beim "Geländeritt" und "Jagdgalopp"

Parameter	n	Geschwindigkeit Geländeritt	Geschwindigkeit Jagdgalopp
CK a	51	-0,24*	-0,17
CK Anstieg	51	-0,21	-0,13
CK b	75	0,32**	0,33**
ASAT a	52	0,12	0,30*
ASAT Anstieg	52	0,17	0,42***
ASAT b	76	0,11	0,27**
ALD a	24	0,24	-0,35*
ALD Anstieg	24	0,39*	-0,11
ALD b	76	-0,11	-0,08
γ-GT a	52	0,10	0,32*
γ-GT Anstieg	52	0,08	0,09
γ-GT b	76	-0,20*	0,08
Bilirubin a	52	0,06	-0,13
Bilirubin Anstieg	52	0,09	-0,37**
Bilirubin b	52	0,00	-0,03
Lactat a	76	0,36***	0,80***
Lactat Anstieg	76	0,38***	0,81***
Lactat b	75	-0,00	0,47***
Hämatokrit a	75	0,19	0,54***
Hämatokrit Anstieg	74	0,28**	0,43***
Hämatokrit b	71	0,03	0,38***
Gesamteiweiß a	52	0,12	0,18
Gesamteiweiß Anstieg	23	0,47*	0,14
Gesamteiweiß b	52	-0,04	-0,03
Puls a	80	0,11	0,30**
Puls Anstieg	80	0,13	0,34***
Puls b	80	0,19*	0,25*
Atmung a	80	-0,17	-0,27**
Atmung Anstieg	80	-0,17	-0,26**
Atmung b	80	0,15	0,08
Temperatur a	80	0,15	0,05
Temperatur Anstieg	80	0,19*	0,10
Temperatur b	56	0,09	-0,08

Mit Ausnahme von ALD, Gesamteiweiß und Temperatur, deren Anstieg am höchsten mit der Geschwindigkeit beim "Gelände-ritt" korreliert ist, sind die untersuchten Parameter von der kürzeren und intensiveren Belastung des "Jagdgalopps" mehr abhängig als von der vorhergehenden längeren und weniger intensiven Belastung durch den "Geländeritt". Die größte Abhängigkeit zeigen Lactat ($r \sim 0,8$), Hämatokrit ($r \sim 0,5$) und ASAT ($r \sim 0,4$).

Unerwartet ist die negative Korrelation der Atmung mit der Belastungsintensität. Gliedert man die Korrelationen zwischen Belastungswert I und der Geschwindigkeit beim "Jagdgalopp" nach Jahren auf, zeigen sich deutliche Unterschiede (Tabelle 27).

Tabelle 27: Korrelationen zwischen Atmung und Geschwindigkeit beim "Jagdgalopp" getrennt nach Jahren

Jahr	n	r
1982	27	0,14
1983	29	-0,60***
1984	24	-0,22

Während diese Korrelation 1982 positiv ist, ist sie 1983 und 1984 negativ. In diesen beiden Jahren atmen die langsamen Hengste schneller und umgekehrt. Im Jahr 1983 ist diese Beziehung enger als 1984 und signifikant.

Obwohl im Jahr 1983 die langsamste Durchschnittsgeschwindigkeit beim "Jagdgalopp" gelaufen worden ist (vgl. Tabelle 8), zeigen 11 der 29 Hengste (26 Prozent) ein schlechtes Puls-Atmungs-Verhältnis ($\text{Atmung} \geq \text{Puls}$). In den anderen beiden Jahren sind es zusammen nur fünf Hengste (10 Prozent).

4.4.3. Beziehungen zwischen Belastungswerten und Prüfungsmerkmalen

Aus Tabelle 26 geht hervor, daß die meisten Belastungswerte von der Geschwindigkeit beim "Jagdgalopp" bzw. "Geländeritt" abhängen. Deshalb ist eine Korrektur dieser Werte auf die Geschwindigkeit notwendig. Diese ist aber nicht möglich, weil die beiden sehr unterschiedlichen Belastungsarten aus praktischen Gründen nicht zu trennen sind. Dadurch ist eine detaillierte Korrelationsberechnung - mit einzelnen Prüfungsmerkmalen und innerhalb Rasse - wenig sinnvoll. Um dennoch den allgemeinen Zusammenhang zwischen dem Abschneiden bei der HLP und den Belastungswerten zu untersuchen, werden die berechneten, zusammenfassenden Prüfungsmerkmale, "Gesamtpunktzahl", "Vorprüfung", "Abschließender Leistungstest", mit den Belastungswerten a, b und dem Anstieg der Werte korreliert. Dabei ergeben sich die in Tabelle 28 angegebenen Korrelationen.

Die Beziehungen zwischen den Belastungswerten und den drei Prüfungsmerkmalen sind locker (r zwischen $-0,19$ und $+0,28$). Lediglich bei CK treten eine ($r = -0,19$) und bei Hämatokrit fünf (r zwischen $0,24$ und $0,28$) signifikante Korrelationen auf. Bei Hämatokrit sind sie ausschließlich positiv. Interessant sind die Vorzeichen bei den Enzymen CK, ALD und γ -GT, die bei Belastungswert a und b negativ sind. Lactat hingegen zeigt mit Belastungswert a und dem Anstieg positive und mit Belastungswert b negative Korrelationen, was darauf hindeutet, daß Hengste, die Lactat schnell abbauen, bei der HLP besser abschneiden als Hengste, die Lactat langsam abbauen.

Tabelle 28: Beziehungen zwischen den Belastungswerten der "Prüfung im Gelände" und dem Abschnneiden bei der HLP

Prüfungsmerkmal	CK	ASAT	ALD	γ-GT	Bilirubin	Lactat	Hämatokrit	Gesamt-eiweiß	Puls	Atmung	Temperatur
Belastungswert I											
	n=51	n=52	n=24	n=52	n=52	n=76	n=75	n=52	n=80	n=80	n=80
Gesamtpunktzahl	-0,10	0,09	-0,09	-0,11	0,11	0,17	0,26*	0,13	-0,01	-0,06	-0,09
Vorprüfung	-0,00	0,04	-0,04	-0,12	-0,00	0,15	0,27**	0,02	-0,07	0,01	-0,14
Abschließender Leistungstest	-0,18	0,13	-0,13	-0,07	0,22	0,15	0,18	0,22	0,06	-0,12	-0,02
Anstieg											
	n=51	n=52	n=24	n=52	n=52	n=76	n=74	n=23	n=80	n=80	n=80
Gesamtpunktzahl	-0,11	0,00	0,09	-0,13	0,06	0,18	0,14	-0,12	0,00	-0,06	-0,02
Vorprüfung	-0,09	-0,02	0,03	-0,14	0,03	0,17	0,12	-0,11	0,11	0,01	-0,10
Abschließender Leistungstest	-0,11	0,02	0,12	-0,10	0,09	0,16	0,14	-0,09	-0,10	-0,11	0,07
Belastungswert II											
	n=75	n=76	n=76	n=76	n=52	n=75	n=71	n=52	n=80	n=80	n=56
Gesamtpunktzahl	-0,16	-0,05	-0,16	-0,12	0,11	-0,12	0,28**	0,16	0,18	-0,05	0,01
Vorprüfung	-0,09	-0,03	-0,11	-0,12	-0,01	-0,05	0,25*	0,14	0,15	-0,02	0,03
Abschließender Leistungstest	-0,19*	-0,07	-0,18	-0,10	0,22	-0,16	0,24*	0,13	0,17	-0,07	-0,02

Zweck der Untersuchung

Die HLP ist nach der Körung die wichtigste Selektionsmaßnahme in der Landespferdezucht. Von ihrem Ergebnis hängt es ab, ob ein Hengst in der Zucht eingesetzt werden darf oder nicht. Sie ist eine Eigenleistungsprüfung, bei der physische und psychische Merkmale beurteilt werden. Ihr Gesamtergebnis besteht zu 20 Prozent aus objektiv bestimmten und zu 80 Prozent aus subjektiv geschätzten Merkmalen.

Diese subjektiv geschätzten Merkmale haben den prinzipiellen Nachteil, daß sie von verschiedenen Richtern unterschiedlich beurteilt werden können und daß sich Vorstellungen über die erwünschten Eigenschaften im Laufe der Zeit ändern. Es können deshalb gleiche Eigenschaften zu unterschiedlichen Zeiten und von verschiedenen Richtern unterschiedlich beurteilt werden.

Darüber hinaus wird die Notenskala - wie die Praxis zeigt - nicht ausgeschöpft, so daß die Unterschiede zwischen den Hengsten nicht so deutlich dokumentiert werden, wie es das Prüfungssystem eigentlich vorsieht.

Der übergeordnete Zweck dieser Arbeit besteht deshalb - neben der Erarbeitung von Grundlagenenergebnissen - in der Entwicklung von objektiven Beurteilungsmöglichkeiten und damit in der Verbesserung der Aussagekraft der HLP.

Bisher wird lediglich im Haupt- und Landgestüt Marbach eine auf leistungsphysiologischen Erkenntnissen basierende Methode zur objektiven Beurteilung der Leistungsfähigkeit bei der HLP angewandt: Es handelt sich um den Stufenbelastungstest nach EHRLEIN (EHRLEIN et al. 1973). Bei diesem Test wird die Herzfrequenz während mehrerer unterschiedlicher Belastungsstufen bestimmt und daraus die Leistungsfähigkeit ermittelt. Zur Durchführung dieses einfachen Tests sind, außer speziellen telemetrischen Geräten zur Bestimmung der Herzfrequenz während der Belastung, keine weiteren Apparate erforderlich.

Im Rahmen dieser Arbeit werden dagegen schwerpunktmäßig biochemische Blutuntersuchungen durchgeführt. Der größere Untersuchungsaufwand im Labor wird dabei in Kauf genommen, um umfangreichere Ergebnisse zu gewinnen. Daneben werden auch Puls-, Atmungs- und Temperaturwerte analysiert, ohne allerdings auf die elegante telemetrische Methode zurückgreifen zu können, da eine Telemetrieanlage nicht verfügbar ist.

Probleme der Durchführung

Um bei der HLP Blutuntersuchungen durchführen zu können, müssen die rechtlichen und praktischen Gegebenheiten berücksichtigt werden. Von jedem Hengstbesitzer muß ein schriftliches Einverständnis vorliegen. Weil dies nicht immer möglich ist, fallen einige Blutproben aus. Ferner sind nur einfache Belastungstests und Untersuchungen am Tier möglich, da sonst der Ablauf der HLP gestört und die Hengste einem erhöhten Risiko ausgesetzt würden.

Die Zahl der insgesamt verfügbaren Hengste ist klein, so daß, obwohl drei Jahrgänge der HLP untersucht werden, zwar etliche systematische Einflüsse nachgewiesen, aber bei der Auswertung nicht genügend berücksichtigt werden können.

Die Blutentnahmen selbst führen zu keinen Problemen und werden von den Hengsten in der Regel ohne Widerstand toleriert. Bei Aufregung steigen jedoch die Werte von Hämatokrit und Lactat an.

Vorübergehende Erkrankungen der Hengste führen zu Ausfällen bei den Belastungstests und zu Verzerrungen der Blutwerte. Kranke Hengste werden weniger oder überhaupt nicht trainiert, so daß ihre Enzymwerte abfallen.

Der anfänglich stark unterschiedliche und zudem in der Regel niedrige Ausbildungsstand der Hengste erschwert die Standardisierung der Belastungstests. Die Anforderungen müssen deshalb bei Test I geringer sein als bei Test II. Aus dem gleichen Grund variiert die Geschwindigkeit bei Test I mehr als bei Test II.

Ruhewerte

RIETHMÜLLER und WELLS (1972) sowie SOMMER et al. (1981) teilen ihre Ruhewerte in "normale" und "erhöhte" Werte ein. Die Höhe und Verteilung der Ruhewerte in dieser Arbeit erlaubt eine derartige Klassifizierung nicht, so daß alle Werte in die Auswertung miteinbezogen werden. Die Ergebnisse sind daher mit den Ergebnissen der genannten Autoren nicht unmittelbar vergleichbar.

Die Zusammenfassung der untersuchten Parameter in muskel- und leberspezifische Indikatoren erscheint - wie die Korrelationen innerhalb der Gruppen zeigen - nur zum Teil gerechtfertigt. Während sich die muskelspezifischen Enzyme CK, ASAT, ALD hierbei als zusammengehörig erweisen, ist die Zusammengehörigkeit der Leberindikatoren γ -GT, SDH, GLDH und Bilirubin unklar. Wenn man die Korrelationen zugrunde legt, ist γ -GT unabhängig von den anderen Leberindikatoren und SDH steht den muskelspezifischen Enzymen nahe. Die überwiegend negativen Korrelationen des Bilirubins mit den übrigen Parametern erfordern eine eigene Interpretation. Hengste mit hohen Bilirubinwerten haben niedrige muskel- und leberspezifische Enzymwerte und umgekehrt. Die von GYGAX und GERBER (1973) beschriebene enge Korrelation zwischen Bilirubin und Hämatokrit ($r=0,80$) kann hier nicht bestätigt werden ($r=0,06$).

CARDINET et al. (1963), RIETHMÜLLER und WELLS (1972), GRÜN et al. (1977) sowie SOMMER (1981) beschreiben, daß Serum-enzymwerte von der Trainingsintensität abhängen. Die unterschiedlichen Verlaufskurven der Enzyme während der HLP sind somit Ausdruck einer unterschiedlichen Trainingsgestaltung in den drei untersuchten Jahren. Aus dem Verlauf der Enzyme CK, ASAT, ALD ergibt sich, daß die Trainingsbelastung im Jahr 1982 gleichmäßig verläuft und in den folgenden beiden Jahren in einzelnen Trainingsphasen schwankt.

Am Ende der HLP von 1982 zeigen die drei muskelspezifischen Enzyme einen geringen Abfall. Solch einen Vorgang beschreibt SOMMER (1981) als Anpassung an die gesteigerten Anforderungen des Trainings. In den beiden anderen Jahren steigen die Werte teilweise am Ende der HLP noch deutlich an. Dadurch zeigt sich, daß sich die Hengste 1982 an das kontinuierliche Training besser anpassen konnten, als dies bei dem inkonstanten Training der Jahre 1983 und 1984 der Fall war.

Neben der Trainingsintensität sind Blutwerte auch von Einzelbelastungen abhängig. Die Veränderung der Enzymwerte dauert bis zu 72 Stunden an (ANDERSON 1975). Unterschiedliche Enzymwerte sind deshalb zum Teil Folge der vorhergehenden Einzelbelastungen. Um diese Zufallsschwankungen auszugleichen, werden als Kenngrößen aus allen Ruhewerten der Mittelwert und der Trend gebildet. Die Korrelationen zwischen den Mittelwerten bzw. Trends und den Prüfungsmerkmalen bestätigen den grundsätzlichen Zusammenhang zwischen der Leistungsfähigkeit und den Blutwerten. Dieser nachweisbare Zusammenhang ist aber zu gering (r zwischen $-0,44$ und $0,53$), um anhand der Blutwerte eine zuverlässige Rangfolge der Hengste zu bestimmen. Dennoch sind niedrige Mittelwerte von ALD, γ -GT, GLDH und Lactat für einzelne Prüfungsmerkmale und zum Teil auch für die "Gesamtpunktzahl" positiv zu bewerten. ASAT, SDH, AP und Hämatokrit müssen differenziert gesehen werden, da ihre Korrelationen mit den einzelnen Prüfungsmerkmalen unterschiedliche Vorzeichen haben.

Aus den Korrelationen der Trends mit den Prüfungsmerkmalen ergibt sich, daß niedrige Regressionskoeffizienten der Parameter ASAT, ALD, GLDH, Bilirubin und Hämatokrit in ähnlicher Weise wie bei den Mittelwerten positiv zu bewerten sind. Jedoch sind wider Erwarten hohe Regressionskoeffizienten der Parameter CK, SDH und AP mit guten Leistungen verknüpft. Diese positiven Korrelationen widersprechen der Ansicht von SOMMER (1981), daß ein geringer Abfall der Enzyme bei intensivem Training als positives Zeichen anzusehen ist. Als Grund für diesen Widerspruch kann der

vergleichsweise kurze Untersuchungszeitraum bei der HLP (100 Tage) angesehen werden, da dabei ein langfristiger Trend nicht beurteilt werden kann. Die Untersuchung von SOMMER (1981) erstreckt sich demgegenüber über den wesentlich längeren Zeitraum von ca. 9 Monaten.

Belastungswerte bei den Tests

Die Parameter bei den Belastungstests zeigen, daß Lactat und Hämatokrit aufgrund ihrer Abhängigkeit von der Belastungsintensität am besten geeignet sind, die individuelle Anstrengung und Leistungsfähigkeit zu beurteilen.

Bei der niedrigeren Belastung durch Test I ist der Hämatokrit enger mit der Geschwindigkeit korreliert ($r=0,74$) als bei der höheren Belastung durch Test II ($r=0,16$). Dies läßt sich durch das Erythrozyten-Speicherungsverhalten der Milz erklären: Ab einer bestimmten Belastungsintensität geben die Milzsinus alle Erythrozyten in das zirkulierende Blut ab, und jede weitere Erhöhung des Hämatokrit kann nur durch Hämokonzentration entstehen. Das Gesamteiweiß zeigt, daß die Korrelation zwischen Geschwindigkeit und Hämokonzentration nicht sehr eng ist ($r=0,23$ bei Test I und $r=-0,06$ bei Test II). Deshalb nimmt auch bei höheren Belastungen die Korrelation zwischen Geschwindigkeit und Hämatokrit ab. Lactat hingegen ist von derartigen Stoffwechselmechanismen weniger betroffen. Es eignet sich daher als Parameter der individuellen Leistungsfähigkeit besser als der Hämatokrit. Dieses Ergebnis deckt sich mit den Empfehlungen von VON ENGELHARDT et al. (1973), H. KRZYWANIEK et al. (1972) und SAIBENE et al. (1985).

Aufgrund der Abhängigkeit des Lactats von der Geschwindigkeit einerseits und der unterschiedlichen Geschwindigkeit der Hengste bei den Tests andererseits ist eine Korrektur des Lactatwertes auf die Geschwindigkeit notwendig. Die von anderen Autoren gefundenen Regressionsgleichungen zwischen Lactat und Geschwindigkeit sind wegen der abweichenden Test-

anordnungen und dem unterschiedlichen Tiermaterial nicht übertragbar. Deshalb muß diese Regression aus dem eigenen Material errechnet werden. Obwohl die Streckenlänge der beiden Tests unterschiedlich gewesen ist, können beide Tests zur Berechnung der Regression gemeinsam benutzt werden, da bei längeren Belastungen mehr die Intensität als die Dauer die Blutlactatkonzentration beeinflusst (HERMANSEN 1971, zit. nach VON ENGELHARDT et al. 1973). Es kann deshalb angenommen werden, daß dadurch nur ein kleiner Fehler entsteht. Dennoch sollte im Interesse der Genauigkeit einer solchen Untersuchung bei einer Einstufenbelastung die zur Korrektur auf die Geschwindigkeit notwendige Regressionsgleichung auf andere Weise - z.B. durch Mehrstufenbelastung bei gleicher Streckenlänge - bestimmt werden.

Die Dauerleistungsfähigkeitsgrenze - die Grenze zwischen aerober und anaerober Energiegewinnung - ist bei dieser Untersuchung etwas niedriger (5,0 m/s) als die von VON ENGELHARDT et al. (1973) gefundene (5,5 m/s).

Der Korrelationskoeffizient zwischen den korrigierten Lactatwerten von Test I und Test II beträgt $r=0,35$. Es bleibt offen, inwieweit der individuelle Trainingsfortschritt, die unterschiedliche Gestaltung der Tests, die Tagesform der Hengste und die Genauigkeit der Methode diesen Wert beeinflussen. Diese signifikante Korrelation weist jedoch darauf hin, daß durch den korrigierten Lactatwert bei den beiden Tests die gleiche individuelle Eigenschaft, die aerobe Leistungsfähigkeit, bestimmt wird.

Aus den geringen Korrelationen der korrigierten Lactatwerte mit den Prüfungsmerkmalen zeigt sich andererseits, daß diese Eigenschaft die Prüfungsmerkmale wenig beeinflusst bzw. durch die HLP nur in geringem Maße berücksichtigt wird.

Die aerobe Leistungsfähigkeit könnte deshalb als ein neues, bisher wenig berücksichtigtes Merkmal bei der HLP dienen.

Belastungswerte beim "Abschließenden Leistungstest"

Die Veränderungen der Blutwerte beim "Abschließenden Leistungstest" entsprechen weitgehend den in der Literatur gefundenen Angaben (vgl. Tabelle 1 und 2). Aufgrund des Anstieges, besonders der Enzymwerte, ist die "Prüfung im Gelände" eine den Galopprennen der Englischen Vollblüter gleichzusetzende Belastung. Sie ist, wie die Belastungswerte zeigen, höher als die Turnierbelastung bei M- und S-Springpferden.

Die Auswirkungen von "Geländeritt" und "Jagdgalopp" auf die Blutwerte können aus praktischen Gründen nicht getrennt werden. Dennoch zeigt sich, daß die kürzere, aber intensivere Belastung durch den "Jagdgalopp" enger mit den Belastungswerten korreliert als die Belastung durch den "Geländeritt". Ausnahmen bilden ALD, Gesamteiweiß und Temperatur.

Die niedrigen Korrelationskoeffizienten der Belastungswerte bei der "Prüfung im Gelände" mit den berechneten Prüfungsmerkmalen deuten darauf hin, daß Belastungswerte dieser Parameter nicht geeignet sind, das Ergebnis der HLP zu schätzen. Die negativen Korrelationen der Belastungswerte b der Enzyme zeigen jedoch übereinstimmend, daß Hengste, die bei der HLP gut abschneiden, spätestens eine Stunde nach der Belastung geringere Enzymwerte aufweisen als Hengste, die bei der HLP schlecht abschneiden. Dieser Sachverhalt ist nur bei CK, zwischen Belastungswert b und "Abschließender Leistungstest" signifikant.

Das Auftreten negativer Beziehungen zwischen Atmung und Geschwindigkeit beim "Jagdgalopp" ist überraschend. Die hohe negative Korrelation im Jahr 1983 trifft mit einer überdurchschnittlich hohen Zahl (26 Prozent) von Hengsten mit einem ungünstigen Puls-Atmungs-Quotienten zusammen. In den Jahren 1982 und 1984, mit einer positiven bzw. deutlich geringeren negativen Beziehung zwischen Atmung und Belastungsintensität, zeigen dagegen nur 10 Prozent der

Hengste einen ungünstigen Puls-Atmungs-Quotienten. Deshalb wird das Auftreten einer negativen Beziehung zwischen Atmung und Belastungsintensität als Folge einer insgesamt zu hohen Belastung angesehen. Andererseits zeigt sich darin auch, daß die Hengste 1982 am besten auf die Belastung durch den "Abschließenden Leistungstest" vorbereitet waren. Deshalb muß die Trainingsmethode von 1982, bei der die Enzymaktivitäten kontinuierlich verlaufen, besser eingestuft werden als die phasenweise unterschiedliche Trainingsmethode der Jahre 1983 und 1984.

Schlußfolgerungen

Der "Abschließende Leistungstest" stellt - wie die Veränderungen der Blutwerte zeigen - eine starke körperliche Belastung der Hengste dar. Sie ist der Rennbelastung Englischer Vollblüter vergleichbar. Deshalb ist eine optimale Trainingsgestaltung während der "Vorprüfung" unerlässlich. Wie die Puls-Atmungs-Quotienten, die Korrelationen zwischen Atmung und Geschwindigkeit beim "Jagdgalopp" und der Abfall der muskelspezifischen Enzyme am Ende der HLP 1982 zeigen, eignet sich die kontinuierliche Trainingsmethode des Jahres 1982 besser als die phasenweise Trainingsmethode der Jahre 1983 und 1984.

Die gemeinsame Bewertung der Rassen Warmblut und Araber bei der HLP ist abzulehnen, weil bei den Prüfungsmerkmalen zum Teil signifikante Rassenunterschiede bestehen und bei den Ruhewerten teilweise gegensinnige Beziehungen zu den Prüfungsmerkmalen vorhanden sind.

Bei den Prüfungsmerkmalen erweist sich die objektive Bestimmungsmethode als besser gegenüber der subjektiven, da die objektiv bestimmten Prüfungsmerkmale etwas enger mit den Ruhewerten korrelieren als die subjektiv bestimmten Prüfungsmerkmale und auch ihr Anteil an den signifikanten Beziehungen höher ist, als dies aufgrund ihres Anteils an den Prüfungsmerkmalen insgesamt zu erwarten ist (Tabelle 18).

Zwischen der mit Blutparametern bestimmbaren Leistungsfähigkeit und den Prüfungsmerkmalen der HLP bestehen insgesamt nur lockere Beziehungen. Dies zeigen übereinstimmend die Ruhewerte, die Belastungswerte bei den Tests und die Belastungswerte bei der "Prüfung im Gelände".

Eine zuverlässige Beurteilung der Hengste anhand ihrer Ruhewerte und ihrer Belastungswerte bei der "Prüfung im Gelände" ist nicht möglich, da diese deutlich von unzureichend standardisierten äußeren Einflüssen abhängen und die Zusammenhänge mit den Prüfungsmerkmalen zu gering sind. Endgültig kann dies allerdings erst anhand der Nachkommenleistung dieser Hengste beurteilt werden.

Zwar ist auch die Standardisierung der Belastung bei Tests im Rahmen der HLP schwierig, doch besteht bei ihnen die Möglichkeit, störende Einflüsse durch Korrektur des Lactatwertes auf die Geschwindigkeit zu verringern. Deshalb kann mittels des korrigierten Lactatwertes die aerobe Leistungsfähigkeit der Hengste bestimmt werden.

Zusätzlich ist es möglich, bei gleichartigen Tests über den korrigierten Lactatwert oder bei verschiedenartigen Tests über die Rangfolge der Hengste ihren Trainingsfortschritt zu bestimmen.

Der korrigierte Lactatwert bzw. die aerobe Leistungsfähigkeit stellt ein objektiv bestimmbares, aber bei der HLP nur wenig berücksichtigtes Merkmal dar. Seine Einführung als Prüfungsmerkmal würde deshalb die Beurteilung des Leistungsvermögens der Hengste bei der HLP verbessern.

Zuvor muß jedoch eine Testmethode entwickelt werden, die den niedrigen Ausbildungsstand der Hengste besser berücksichtigt.

7.

ZUSAMMENFASSUNG

Von 76 Hengsten der Rassen Warmblut (57), Araber (17) und Achal-Tekkiner (2), die in den Jahren 1982 bis 1984 an der Bayerischen Landesreit- und Fahrschule die Hengstleistungsprüfung ablegten, wurden jeweils 7 Ruheblutproben, 2 Belastungsblutproben nach definierten Testbelastungen und 2 Belastungsblutproben nach dem "Abschließenden Leistungstest" genommen. Damit wurden in unterschiedlichen Kombinationen die Parameter CK, ASAT, ALD, γ -GT, SDH, GLDH, Bilirubin, AP, Lactat, Hämatokrit und Gesamteiweiß bestimmt.

Die 29 Prüfungsmerkmale der Hengstleistungsprüfung sind untereinander überwiegend positiv korreliert (r : -0,31 bis +0,89). Bei 4 Prüfungsmerkmalen ist das Jahr und bei 15 Prüfungsmerkmalen ist die Rasse als systematischer Einfluß nachweisbar.

Auf die untersuchten Ruhewerte haben die Rasse (ASAT, ALD, Bilirubin, AP), das Jahr (CK, ASAT, ALD, γ -GT, SDH, GLDH, AP, Lactat, Hämatokrit) und der Entnahmeterrn (CK, ASAT, ALD, GLDH, AP, Lactat) einen signifikanten Einfluß.

Am Verlauf der Serumenzymaktivitäten zeigt sich, daß die Art des Trainings in den drei Jahren unterschiedlich ist. Das Training mit konstanter Intensität ist besser als das Training mit unterschiedlicher Intensität.

Die Mittelwerte und Trends der Ruhewerte korrelieren mit den Prüfungsmerkmalen der Hengstleistungsprüfung zwischen $r=-0,44$ und $r=+0,53$. Dabei zeigen sich gegensinnige Beziehungen bei den Rassen Warmblut und Araber.

Bei den Belastungsblutproben nach definierter Testbelastung erweist sich der auf Geschwindigkeit korrigierte Lactatwert als geeigneter Parameter, die aerobe Leistungsfähigkeit der Hengste zu schätzen und sie in eine Rangfolge zu bringen. Die Wiederholbarkeit dieses Parameters beträgt bei den zwei unterschiedlichen Tests im Abstand von ca. 50 Tagen $r=0,35$.

Die Veränderung der Blutwerte beim "Abschließenden Leistungstest" ist der Veränderung bei Galopprennen Englischer Vollblüter vergleichbar. Die Belastungswerte beim "Abschließenden Leistungstest" zeigen mit der Belastungsintensität Korrelationen zwischen $r=-0,37$ und $r=+0,81$.

8.

SUMMARY

INVESTIGATIONS OF PERFORMANCE DEPENDENT BLOOD PARAMETERS
DURING THE STALLION PERFORMANCE TEST AT THE 'BAYERISCHE
LANDESREIT- UND FAHRSCHULE'

Blood samples were taken from 1982 to 1984 from 76 stallions, German Riding Horses (57), Arabians (17) and Achal-Tekkins (2), during their stallion performance test at the 'Bayerische Landesreit- und Fahrschule'. 7 blood samples at rest, 2 blood samples after standardized exercise tests and 2 blood samples after the final performance test were collected from each of them. With these CK, ASAT, ALD, γ -GT, SDH, GLDH, bilirubin, AP, lactate, packed cell volume (PCV) and total protein (TP) were determined in varying combinations.

The 29 traits of stallion performance test are mostly positive correlated with each other (r : -0.31 to +0.89). 4 traits are significantly different between years and 15 between races.

The blood levels at rest are significantly different between breeds (ASAT, ALD, bilirubin, AP), years (CK, ASAT, ALD, γ -GT, SDH, GLDH, AP, lactate, PCV) and sampling time (CK, ASAT, ALD, GLDH, AP, lactate).

The development of enzyme levels shows a differing way of training between the three years. The training with constant intensity has been better than the training with varying intensity.

The means and trends of the values at rest correlate with traits of stallion performance test between $r=-0.44$ and $r=+0.53$. These relationships are partly contrary between German Riding Horses and Arabians.

The speed adjusted lactate value of standardized exercise test is appropriate to estimate the stallions aerobic capacity and to classify them according to it. The repeatability between the values of two differing tests - about 50 days apart - is $r=+0.35$.

The blood levels at the final performance test change similarly to those of Thoroughbreds at the race course. They correlate with speed at the final performance test with r between -0.37 and +0.81.

Tabelle 29: Korrelationen zwischen den Prüfungsmerkmalen (n=80)

Prüfungsmerkmal	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Gesamtpunktzahl	--														
Vorprüfung	0,89 ***	--													
Abschl. Leistungstest	0,89 ***	0,58 ***	--												
Vorprüfung: Charakter	0,62 ***	0,72 ***	0,37 ***	--											
Leistungsbereitschaft	0,71 ***	0,78 ***	0,48 ***	0,59 ***	--										
Rittigkeit	0,64 ***	0,73 ***	0,40 ***	0,41 ***	0,44 ***	--									
Springanlage	0,50 ***	0,58 ***	0,31 ***	0,13 ***	0,39 ***	0,40 ***	--								
Bewegungsablauf	0,75 ***	0,70 ***	0,63 ***	0,34 ***	0,36 ***	0,49 ***	0,33 ***	--							
Allg. Leistungsvermögen	0,36 ***	0,50 ***	0,13 ***	0,30 ***	0,36 ***	0,07 ***	0,18 ***	0,31 ***	--						
Abschl. Leistungstest: Beurteilung Trab	0,58 ***	0,39 ***	0,65 ***	0,31 ***	0,18 ***	0,21 ***	0,16 ***	0,57 ***	0,12 ***	--					
Beurteilung Galopp	0,49 ***	0,37 ***	0,51 ***	0,20 ***	0,15 ***	0,16 ***	0,28 ***	0,53 ***	0,20 ***	0,73 ***	--				
Beurteilung Schritt	0,54 ***	0,33 ***	0,64 ***	0,23 ***	0,11 ***	0,24 ***	0,09 ***	0,54 ***	0,09 ***	0,62 ***	0,55 ***	--			
Dressurprüfung	0,59 ***	0,35 ***	0,69 ***	0,27 ***	0,19 ***	0,42 ***	0,21 ***	0,30 ***	-0,07 ***	0,55 ***	0,41 ***	0,45 ***	--		
Frei-Springvermögen	0,49 ***	0,38 ***	0,48 ***	0,16 ***	0,27 ***	0,24 ***	0,45 ***	0,36 ***	0,10 ***	0,29 ***	0,42 ***	0,29 ***	0,43 ***	--	
Frei-Springmanier	0,45 ***	0,36 ***	0,44 ***	0,14 ***	0,24 ***	0,18 ***	0,57 ***	0,31 ***	0,07 ***	0,31 ***	0,44 ***	0,22 ***	0,42 ***	0,79 ***	--

Tabelle 29: Fortsetzung

Prüfungsmerkmal	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Parc.-Springwilligkeit	16	0,35 ***	0,31 **	0,30 **	0,13	0,22 *	0,34 ***	0,33 ***	0,18	0,03	0,22 *	0,30 **	0,16 **	0,32 **	0,45 ***	0,38 ***
Parcours-Springmanier	17	0,62 ***	0,56 ***	0,54 ***	0,29 **	0,37 ***	0,48 ***	0,56 ***	0,47 ***	0,07	0,45 ***	0,57 ***	0,41 ***	0,45 ***	0,51 ***	0,58 ***
Gelände-Manier	18	0,70 ***	0,57 ***	0,68 ***	0,27 **	0,44 ***	0,38 ***	0,51 ***	0,55 ***	0,16	0,57 ***	0,61 ***	0,44 ***	0,48 ***	0,60 ***	0,59 ***
Gelände-Galoppade	19	0,63 ***	0,48 ***	0,64 ***	0,27 **	0,30 ***	0,26 **	0,36 ***	0,60 ***	0,18	0,65 ***	0,74 ***	0,49 ***	0,45 ***	0,56 ***	0,55 ***
Gelände-Punkte	20	0,36 ***	0,25 *	0,39 ***	0,20 *	0,34 ***	0,06 **	0,12 ***	0,25 **	0,04	-0,03	-0,02	0,18 **	-0,01	0,04	0,00
Tierärztl. Konditionspr.	21	0,18 *	0,23 *	0,09 ***	0,11	0,03 ***	-0,01 ***	-0,05 ***	0,16 **	0,13	0,09	0,14 *	0,19 *	0,00	0,13	0,09
Geschwindigkeit Trab	22	0,45 ***	0,28 **	0,53 ***	0,22 *	0,26 **	0,11	0,15	0,33 **	0,07	0,32 **	0,17 **	0,22 *	0,16	0,15	0,16
Trittlänge	23	0,55 ***	0,36 ***	0,62 ***	0,09	0,15	0,31 **	0,37 ***	0,59 ***	-0,06	0,52 ***	0,38 ***	0,38 ***	0,30 **	0,24 *	0,28 **
Geschwindigkeit Galopp	24	0,39 ***	0,30 **	0,40 ***	0,29 **	0,53 ***	0,02 ***	-0,06 **	0,20 *	0,26	-0,03	-0,11	0,03	-0,02	-0,07	-0,15
Sprunglänge	25	0,53 ***	0,44 ***	0,51 ***	0,19 *	0,40 ***	0,17	0,41 ***	0,42 ***	0,26	0,26 **	0,29 **	0,23 *	0,13	0,25	0,35
Geschwindigkeit Schritt	26	0,41 ***	0,19 *	0,53 ***	-0,05	0,07	0,28 **	0,26 **	0,30 **	-0,10	0,26 **	0,12 **	0,40 ***	0,31 **	0,24 *	0,20
Schrittlänge	27	0,29 **	0,09 ***	0,43 ***	-0,18	-0,05	0,27 **	0,26 **	0,31 **	-0,26	0,24 *	0,20 *	0,44 ***	0,23 *	0,30 **	0,28 **
Geschwindigkeit Gelände	28	0,20 *	0,16 *	0,19 *	0,24 *	0,24 *	-0,02 **	-0,04 **	0,19 *	-0,01	0,13 *	0,11 *	0,21 *	-0,09	-0,05	-0,07
Geschw. Jagdgalopp	29	0,39 ***	0,30 **	0,40 ***	0,35 ***	0,52 ***	0,02 ***	-0,15 **	0,19 *	0,30	0,13	-0,03	0,11	0,00	-0,06	-0,14

Tabelle 29: Fortsetzung

Prüfungsmerkmal	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
Parc.-Springwilligkeit	--													
Parcours-Springmanier	0,47 ***	--												
Gelände-Manier	0,38 ***	0,65 ***	--											
Gelände-Galoppade	0,28 **	0,59 ***	0,80 ***	--										
Gelände-Punkte	-0,05 ***	0,01 ***	0,30 ***	0,23 *	--									
Tierärztl. Konditionspr.	0,04	0,18	-0,00	0,20 *	-0,01	--								
Geschwindigkeit Trab	-0,16 **	0,27 **	0,29 **	0,25 *	0,13	0,20 *	--							
Trittlänge	0,11 ***	0,42 ***	0,42 ***	0,41 ***	0,06	0,14	0,60 ***	--						
Geschwindigkeit Galopp	-0,10 ***	-0,08 ***	0,14 ***	0,06 ***	0,58 ***	0,02 *	0,21 *	-0,03 ***	--					
Sprunglänge	0,09 **	0,27 **	0,39 ***	0,37 ***	0,31 **	-0,03 **	0,19 *	0,45 ***	0,42 ***	--				
Geschwindigkeit Schritt	0,09 *	0,19 *	0,22 *	0,22 *	0,15 *	0,19 *	0,37 ***	0,45 ***	-0,04 *	0,19 *	--			
Schrittlänge	0,13 **	0,32 **	0,25 *	0,30 **	0,13	0,14	0,20 *	0,53 ***	-0,20 *	0,23 *	0,77 ***	--		
Geschwindigkeit Gelände	-0,24 *	0,01 **	0,12 **	0,12 **	0,45 ***	0,00	0,28 **	0,09 **	0,36 ***	0,11 ***	-0,08 ***	-0,07 **	--	
Geschw. Jagdgalopp	-0,14 ***	-0,10 *	0,22 *	0,09 *	0,49 ***	0,03 *	0,21 *	0,04 ***	0,78 ***	0,35 ***	-0,13 ***	-0,31 **	0,41 ***	--

Tabelle 30: Korrelationen der Mittelwerte der Ruheparameter mit den Prüfungsmerkmalen (alle Hengste)

Prüfungsmerkmal	CK (n=76)	ASAT (n=76)	ALD (n=76)	Y-CT (n=48)	SDH (n=49)	GLDH (n=52)	Bilirubin (n=52)	AP (n=76)	Lactat (n=76)	Hämatokrit (n=76)
Gesamtpunktzahl	0,04	-0,00	-0,08	-0,10	0,00	-0,23*	0,25*	-0,03	-0,10	0,02
Vorprüfung	0,05	-0,00	-0,10	0,01	0,09	-0,23*	0,17	-0,01	-0,10	0,08
Abschließender Leistungstest	0,02	-0,00	-0,04	-0,20	-0,09	-0,20	0,28*	-0,05	-0,07	-0,04
Vorprüfung:										
Charakter	0,12	0,10	-0,12	-0,19	0,00	-0,25*	0,06	-0,26*	-0,36***	-0,16
Leistungsbereitschaft	0,03	0,15	-0,20*	0,03	-0,05	-0,23*	0,08	0,00	-0,13	0,12
Rittigkeit	0,03	-0,15	0,03	0,01	0,12	-0,04	0,22	-0,04	-0,03	0,12
Springanlage	-0,12	-0,04	-0,15	0,16	0,17	-0,23	0,25*	0,27**	-0,02	0,01
Bewegungsablauf	0,14	-0,05	0,12	0,07	0,05	-0,15	0,21	0,04	0,12	0,09
Allg. Leistungsvermögen	-0,05	-0,00	-0,11	0,11	0,07	-0,05	-0,17	0,07	0,09	0,19
Abschließender Leistungstest:										
Beurteilung Trab	-0,00	-0,02	-0,07	-0,15	-0,05	-0,06	0,09	0,02	-0,18	-0,17
Beurteilung Galopp	0,01	-0,05	0,04	-0,15	0,13	0,17	0,07	0,04	-0,04	-0,10
Beurteilung Schritt	0,07	-0,05	0,04	-0,15	-0,10	-0,17	0,00	-0,22*	0,04	-0,19*
Dressurprüfung	-0,10	-0,07	-0,14	-0,13	-0,04	-0,13	0,04	-0,05	-0,12	-0,03
Frei-Springvermögen	-0,17	-0,16	0,01	-0,22	-0,05	-0,03	0,18	0,13	0,12	-0,07
Frei-Springmanier	-0,08	-0,10	-0,06	-0,11	-0,00	-0,17	0,20	0,20*	-0,06	-0,06
Parcours-Springwilligkeit	-0,16	-0,29**	-0,11	0,05	0,28*	0,21	0,07	0,15	0,15	0,09
Parcours-Springmanier	-0,08	-0,12	-0,10	-0,05	0,10	-0,16	0,34**	-0,02	-0,12	-0,03
Gelände-Manier	-0,06	-0,14	-0,01	0,03	0,03	-0,04	0,29*	0,17	0,08	0,07
Gelände-Galoppade	-0,06	-0,10	0,03	-0,10	0,03	-0,08	0,23*	0,13	0,03	-0,03
Gelände-Punkte	0,15	0,05	0,13	0,00	-0,04	-0,04	0,11	-0,19*	0,17	-0,01
Tierärztl. Konditionsprüfung	0,15	0,12	0,05	-0,18	0,07	-0,19	0,19	-0,07	-0,22*	0,00
Geschwindigkeit Trab	0,10	0,16	-0,00	-0,18	-0,17	-0,36**	0,35**	-0,06	-0,18	-0,06
Trittlänge	0,13	0,10	0,14	-0,05	0,07	-0,24*	0,35**	0,11	-0,13	-0,05
Geschwindigkeit Galopp	0,09	0,15	-0,06	-0,08	-0,08	-0,03	-0,00	-0,14	0,07	0,24*
Springlänge	-0,01	0,17	0,05	0,04	0,10	-0,01	0,21	0,17	0,05	0,02
Geschwindigkeit Schritt	-0,05	-0,14	0,00	-0,24	-0,23	-0,28*	0,22	0,11	0,01	-0,22*
Schrittlänge	-0,02	-0,16	0,12	-0,21	-0,25*	-0,29*	0,42***	0,18	0,11	-0,12
Geschwindigkeit Gelände	0,26*	0,24*	0,13	-0,44***	-0,05	-0,08	0,09	-0,42***	-0,24*	-0,24*
Geschwindigkeit Jagdgalopp	0,18	0,20	0,07	0,03	-0,09	0,09	-0,02	-0,30**	-0,06	0,07

Tabelle 31: Korrelationen der Mittelwerte der Ruheparameter mit den Prüfungsmerkmalen (Warmblut)

Prüfungsmerkmal	CK (n=57)	ASAT (n=57)	ALD (n=57)	V-GT (n=37)	SDH (n=40)	GLDH (n=40)	Bilirubin (n=40)	AP (n=57)	Lactat (n=57)	Hämatokrit (n=57)
Gesamtpunktzahl	0,14	0,09	-0,10	-0,15	-0,00	-0,23	0,19	-0,09	-0,15	-0,10
Vorprüfung	0,18	0,13	-0,06	-0,01	0,08	-0,22	0,10	-0,01	-0,15	-0,04
Abschließender Leistungstest	0,07	0,03	-0,11	-0,26	-0,09	-0,19	0,24	-0,15	-0,12	-0,14
Vorprüfung:										
Charakter	0,18	0,06	0,04	-0,18	0,08	-0,22	0,17	-0,18	-0,32**	-0,20
Leistungsbereitschaft	0,12	0,20	-0,13	0,06	-0,03	-0,23	0,12	0,09	-0,06	0,11
Rittigkeit	0,16	0,05	-0,07	0,02	-0,04	-0,08	0,07	-0,12	-0,13	0,06
Springanlage	-0,06	0,12	-0,33**	0,13	0,12	-0,25	0,11	0,22*	-0,14	-0,11
Bewegungsablauf	0,25*	0,05	0,09	0,02	-0,03	-0,15	0,06	-0,02	0,06	-0,00
Allg. Leistungsvermögen	0,05	0,05	0,09	0,07	0,12	-0,03	-0,18	0,12	0,08	0,02
Abschließender Leistungstest:										
Beurteilung Trab	0,01	-0,04	-0,07	-0,24	0,00	0,00	0,05	-0,17	-0,24*	-0,32*
Beurteilung Galopp	0,11	-0,04	0,05	-0,21	0,16	0,26	-0,02	-0,14	-0,10	-0,25*
Beurteilung Schritt	0,12	-0,12	0,07	-0,12	0,01	-0,00	-0,04	-0,32**	0,06	0,21
Dressurprüfung	-0,02	0,05	-0,14	-0,18	0,07	-0,13	0,08	-0,17	-0,16	-0,08
Frei-Springvermögen	-0,02	-0,05	-0,07	-0,28*	-0,17	-0,06	0,07	0,02	0,05	-0,12
Frei-Springmanier	0,09	0,06	-0,15	-0,21	-0,11	-0,23	0,14	-0,00	-0,17	-0,14
Parcours-Springwilligkeit	-0,02	-0,06	-0,08	-0,06	0,16	0,15	0,02	-0,09	0,03	-0,03
Parcours-Springmanier	0,09	-0,02	-0,16	-0,11	0,03	-0,18	0,28*	-0,25*	-0,27*	-0,15
Gelände-Manier	0,11	-0,06	0,00	-0,10	-0,02	-0,02	0,24	-0,08	-0,02	-0,06
Gelände-Galoppade	0,14	0,04	0,05	-0,17	0,01	-0,09	0,16	-0,09	-0,05	-0,20
Gelände-Punkte	0,17	0,03	0,20	-0,14	-0,04	-0,05	0,16	-0,21	0,21	-0,02
Tierärztl. Konditionsprüfung	0,17	0,18	-0,04	-0,18	0,00	-0,21	0,20	-0,01	-0,31**	0,08
Geschwindigkeit Trab	-0,02	0,00	-0,30*	-0,34*	-0,30*	-0,54***	0,31*	-0,09	-0,29*	-0,18
Geschwindigkeit Galopp	0,09	0,14	-0,16	-0,08	0,02	-0,28	0,14	0,02	-0,32**	-0,20
Trittlänge	0,00	0,02	0,04	-0,12	-0,06	-0,04	0,15	0,06	0,19	0,23*
Geschwindigkeit Galopp	-0,00	0,22	-0,05	0,10	0,17	0,13	0,10	0,18	0,04	-0,02
Sprunglänge	-0,04	0,22	-0,05	0,10	0,17	0,13	0,14	0,04	-0,11	-0,21
Geschwindigkeit Schritt	-0,10	-0,15	-0,26*	-0,29*	-0,28*	-0,33*	0,14	0,04	-0,11	-0,21
Schrittlänge	0,03	-0,10	-0,22*	-0,16	-0,41**	-0,39**	0,30*	0,03	0,01	-0,09
Geschwindigkeit Gelände	0,15	-0,01	0,11	-0,40**	-0,10	-0,13	0,14	-0,39***	-0,15	-0,31**
Geschwindigkeit Jagdgalopp	0,11	0,06	0,20	0,03	-0,06	0,14	0,15	-0,14	0,04	-0,00

Tabelle 32: Korrelationen der Mittelwerte der Ruheparameter mit den Prüfungsmerkmalen (Araber)

Prüfungsmerkmal	CK (n=17)	ASAT (n=17)	ALD (n=17)	Y-GT (n=10)	SDH (n=9)	GLDH (n=11)	Bilirubin (n=11)	AP (n=17)	Lactat (n=17)	Hämatokrit (n=17)
Gesamtpunktzahl	-0,04	0,01	-0,13	0,11	0,01	-0,40	0,56*	-0,14	0,11	0,36
Vorprüfung	-0,16	-0,12	-0,21	0,06	0,13	-0,36	0,63*	-0,14	0,15	0,34
Abschließender Leistungstest	0,13	0,18	0,03	0,16	-0,16	-0,33	0,18	-0,11	0,03	0,30
Vorprüfung:										
Charakter	-0,02	0,06	-0,34	-0,32	-0,46	-0,69**	-0,05	-0,36	-0,41*	-0,07
Leistungsbereitschaft	0,03	0,07	-0,25	-0,17	-0,17	-0,59*	0,22	-0,11	-0,12	0,02
Rittigkeit	-0,14	-0,24	-0,01	0,00	0,35	0,07	0,53*	-0,29	0,19	0,23
Springanlage	-0,13	-0,04	-0,09	0,37	0,61*	0,06	0,57*	0,02	0,31	0,34
Bewegungsablauf	-0,04	-0,09	0,07	0,30	0,39	-0,09	0,75***	-0,04	0,27	0,34
Allg. Leistungsvermögen	-0,36	-0,19	-0,37	0,23	-0,14	-0,35	0,58*	0,26	0,43*	0,66**
Abschließender Leistungstest:										
Beurteilung Trab	0,12	0,20	-0,13	0,27	-0,41	-0,44	0,11	0,17	-0,19	0,23
Beurteilung Galopp	-0,07	0,16	-0,05	0,14	-0,07	-0,21	0,52*	0,23	0,06	0,29
Beurteilung Schritt	-0,09	0,18	-0,04	-0,18	-0,50	-0,73**	0,11	0,17	-0,15	-0,13
Dressurprüfung	-0,21	-0,04	-0,25	0,04	-0,48	-0,11	-0,46	-0,07	-0,20	0,10
Frei-Springvermögen	-0,31	-0,25	0,04	0,04	0,51	0,13	0,55*	0,03	0,25	0,06
Frei-Springmanier	-0,26	-0,16	-0,14	0,55	0,68*	0,13	0,06	0,38	0,18	0,20
Parcours-Springwilligkeit	-0,58**	-0,46*	-0,42*	0,39	0,87***	0,56*	0,24	0,52*	0,37	0,43*
Parcours-Springmanier	-0,25	-0,04	-0,18	0,16	0,38	-0,12	0,44	0,11	0,23	0,20
Gelände-Manier	-0,21	-0,01	-0,22	0,53	0,32	-0,23	0,04	0,51*	0,19	0,40
Gelände-Galoppade	-0,28	-0,13	-0,18	0,27	0,10	-0,08	0,45	0,34	0,22	0,50*
Gelände-Punkte	-0,02	0,08	-0,20	0,35	--	--	--	0,31	0,07	0,44*
Tierärztl. Konditionsprüfung	0,10	-0,05	0,26	-0,53	0,53	-0,08	0,05	0,28	0,13	-0,28
Geschwindigkeit Trab	0,64**	0,40	0,51*	0,15	0,54	0,34	0,64*	-0,22	0,06	0,15
Trittlänge	0,50*	0,30	0,37	0,10	0,35	-0,07	0,70*	-0,20	-0,03	0,22
Geschwindigkeit Galopp	0,29	0,29	0,07	-0,03	-0,35	-0,49	0,37	-0,13	0,08	0,41
Sprunglänge	0,38	0,34	0,23	-0,17	-0,33	-0,64*	0,24	-0,29	0,01	0,14
Geschwindigkeit Schritt	0,35	0,11	0,27	0,04	-0,21	-0,12	-0,34	-0,30	0,15	-0,37
Schrittlänge	0,30	0,12	0,42*	-0,46	-0,43	-0,25	0,18	-0,49*	0,07	-0,55*
Geschwindigkeit Gelände	0,53*	0,58**	0,37	-0,45	0,15	0,01	0,29	-0,39	-0,42*	-0,08
Geschwindigkeit Jagdgalopp	0,48*	0,44	0,25	-0,06	-0,43	-0,61*	0,05	-0,25	0,06	0,26

-- : Wegen zu geringer Varianz einer Variablen konnte keine Korrelation berechnet werden.

Tabelle 33: Korrelationen der Trends der Ruheparameter mit den Prüfungsmerkmalen (alle Hengste)

Prüfungsmerkmal	CK (n=76)	ASAT (n=76)	ALD (n=76)	Y-GT (n=48)	SDH (n=41)	GLDH (n=43)	Bilirubin (n=52)	AP (n=76)	Lactat (n=76)	Hämatokrit (n=76)
Gesamtpunktzahl	-0,01	-0,20*	-0,12	-0,15	0,23	-0,33*	-0,14	-0,02	-0,05	-0,06
Vorprüfung	0,11	-0,19*	-0,04	-0,16	0,11	-0,25*	-0,14	-0,05	-0,06	0,01
Abschließender Leistungstest	-0,12	-0,17	-0,17	-0,09	0,31*	-0,34*	-0,11	0,01	-0,03	-0,12
Vorprüfung:										
Charakter	-0,10	-0,28**	-0,12	-0,08	0,20	0,06	-0,18	-0,08	-0,18	0,08
Leistungsbereitschaft	-0,14	-0,23*	-0,11	-0,12	0,26	-0,20	-0,10	-0,01	-0,11	0,10
Rittigkeit	0,17	-0,15	-0,06	-0,03	0,01	0,25	-0,15	-0,01	0,10	0,04
Springanlage	0,09	-0,06	0,10	-0,28*	0,18	-0,44***	-0,10	-0,00	-0,00	-0,14
Bewegungsablauf	0,21*	-0,11	-0,05	-0,18	-0,10	-0,29*	-0,03	0,02	0,08	-0,13
Allg. Leistungsvermögen	0,24*	0,13	0,15	-0,06	-0,12	0,02	0,06	-0,10	-0,14	0,06
Abschließender Leistungstest:										
Beurteilung Trab	-0,18	-0,14	-0,11	-0,12	0,15	0,05	-0,23	-0,06	-0,06	-0,16
Beurteilung Galopp	-0,07	-0,08	-0,11	-0,15	-0,08	-0,03	-0,05	-0,11	-0,09	-0,03
Beurteilung Schritt	-0,11	-0,28**	-0,29**	-0,08	0,08	-0,06	-0,11	-0,07	-0,00	-0,12
Dressurprüfung	-0,16	-0,12	-0,12	-0,03	0,25	-0,27*	-0,25*	-0,05	-0,03	-0,07
Frei-Springvermögen	0,05	-0,14	-0,05	-0,23	0,12	-0,26*	0,08	0,01	-0,09	-0,20*
Frei-Springmanier	0,09	0,00	0,06	-0,28*	0,21*	-0,36**	-0,06	0,04	-0,13	-0,30**
Parcours-Springwilligkeit	-0,07	0,14	0,17	-0,36**	-0,06	-0,20	0,11	-0,01	0,07	-0,03
Parcours-Springmanier	-0,11	-0,13	-0,13	-0,14	0,29*	-0,19	-0,04	-0,08	-0,13	0,02
Gelände-Manier	-0,11	-0,19	-0,13	-0,17	0,13	-0,04	0,12	-0,10	0,04	-0,14
Gelände-Galoppade	-0,06	-0,08	-0,05	-0,23	0,12	-0,13	0,05	-0,03	-0,12	-0,05
Gelände-Punkte	0,01	-0,00	-0,14	-0,16	0,06	-0,13	0,10	-0,16	0,17	0,05
Tierärztl. Konditionsprüfung	-0,05	-0,06	-0,03	-0,06	0,18	-0,13	0,04	-0,00	-0,16	0,12
Geschwindigkeit Trab	-0,14	-0,30**	-0,13	0,10	0,42**	-0,16	-0,10	0,12	-0,01	-0,19
Geschwindigkeit Galopp	-0,05	-0,19*	-0,05	-0,20	0,24	-0,35**	-0,19	0,24*	0,04	-0,31**
Geschwindigkeit Schritt	-0,01	0,02	-0,13	0,21	-0,03	-0,12	0,16	-0,00	0,03	0,22*
Sprunglänge	0,12	-0,01	0,10	-0,22	0,11	-0,44***	-0,05	0,19	0,01	-0,08
Geschwindigkeit Schritt	0,02	-0,14	-0,16	-0,02	0,44**	-0,24	-0,18	0,16	-0,02	-0,26*
Schrittlänge	0,01	-0,10	-0,10	-0,15	0,53***	-0,41**	-0,19	0,19	-0,03	-0,27**
Geschwindigkeit Gelände	-0,05	-0,09	-0,28**	0,19	0,20	0,10	-0,02	-0,21*	0,06	0,08
Geschwindigkeit Jagdgalopp	-0,03	-0,05	-0,24*	0,18	-0,12	0,10	0,20	-0,16	0,02	0,13

Tabelle 35: Korrelationen der Trends der Ruheparameter mit den Prüfungsmerkmalen (Araber)

Prüfungsmerkmal	CK (n=17)	ASAT (n=17)	ALD (n=17)	Y-GT (n=10)	SDH (n=4)	GLDH (n=7)	Bilirubin (n=11)	AP (n=17)	Lactat (n=17)	Hämatokrit (n=17)
Gesamtpunktzahl	0,07	-0,69***	-0,28	-0,16	-0,39	-0,03	0,03	-0,07	0,24	0,38
Vorprüfung	0,27	-0,50*	-0,15	-0,19	-0,18	0,05	0,10	-0,17	0,33	0,48*
Abschließender Leistungstest	-0,23	-0,80***	-0,39	-0,10	-0,66	-0,14	-0,14	0,10	0,06	0,16
Vorprüfung:										
Charakter	-0,08	-0,33	-0,33	-0,18	0,32	0,89**	-0,49	-0,24	-0,03	0,46*
Leistungsbereitschaft	-0,17	-0,37	-0,26	-0,02	0,48	0,53	0,04	-0,09	-0,04	0,43*
Rittigkeit	0,34	-0,53*	-0,22	-0,31	-0,56	-0,42	0,11	-0,26	0,43*	0,43*
Springanlage	0,20	-0,48*	-0,06	0,18	0,30	-0,25	0,32	-0,06	0,48*	0,29
Bewegungsablauf	0,16	-0,59**	-0,11	-0,18	-0,57	-0,20	0,23	0,11	0,40	0,11
Allg. Leistungsvermögen	0,61**	0,20	0,37	-0,18	-0,21	-0,45	0,24	-0,10	0,09	0,32
Abschließender Leistungstest:										
Beurteilung Trab	-0,41	-0,83***	-0,14	-0,07	-0,25	0,76*	-0,24	0,15	0,09	-0,04
Beurteilung Galopp	-0,11	-0,69***	0,09	-0,01	-0,18	0,17	0,26	-0,01	0,04	0,10
Beurteilung Schritt	-0,33	-0,61**	-0,33	0,05	-0,33	0,41	-0,24	0,12	-0,14	0,11
Dressurprüfung	-0,12	-0,64**	-0,14	-0,07	-0,71	0,06	-0,52	-0,26	-0,01	0,29
Frei-Springvermögen	0,04	-0,55	-0,10	0,04	-0,60	-0,40	0,30	-0,09	0,20	0,25
Frei-Springmanier	-0,03	-0,22	0,19	0,18	-0,99***	-0,27	-0,03	0,06	0,31	-0,00
Parcours-Springwilligkeit	0,44*	-0,10	0,62**	0,18	0,19	-0,53	0,41	-0,45*	0,37	0,28
Parcours-Springmanier	0,02	-0,65**	-0,09	0,21	0,37	-0,11	0,41	-0,22	0,17	0,44*
Gelände-Manier	0,18	-0,65**	0,15	0,16	-0,25	-0,05	0,18	0,08	0,27	0,01
Gelände-Galoppade	-0,07	-0,54*	0,05	-0,06	-0,61	-0,31	0,16	0,09	0,03	0,11
Gelände-Punkte	0,19	0,24	0,30	-0,26	--	--	--	-0,06	0,07	0,06
Tierärztl. Konditionsprüfung	0,01	0,05	-0,40	-0,48	-0,39	-0,44	0,04	-0,09	0,25	0,06
Geschwindigkeit Trab	-0,42*	-0,26	-0,54*	-0,18	0,05	-0,11	0,56*	-0,59**	-0,05	0,25
Trittlänge	-0,40	-0,52*	-0,46*	-0,28	-0,54	0,18	0,13	0,54*	0,10	-0,19
Geschwindigkeit Galopp	0,30	0,30	0,00	-0,29	-0,58	-0,09	-0,06	0,07	-0,09	-0,08
Springlänge	-0,13	-0,12	-0,45*	-0,41	-0,61	-0,05	-0,19	0,38	-0,19	-0,02
Geschwindigkeit Schritt	0,28	-0,16	-0,62**	0,46	0,92*	0,23	0,08	0,24	0,07	-0,03
Schrittlänge	-0,35	-0,48*	-0,72**	0,19	0,31	-0,15	0,36	0,24	-0,27	0,07
Geschwindigkeit Gelände	-0,22	-0,17	-0,23	-0,18	0,02	0,73*	0,00	0,07	-0,20	-0,20
Geschwindigkeit Jagdgalopp	-0,02	0,23	-0,34	-0,17	-0,46	-0,26	-0,19	0,34	-0,23	-0,21

--: Wegen zu geringer Varianz einer Variablen kann keine Korrelation berechnet werden.

Tabelle 36: Korrigierte Lactatwerte und die zugehörigen Rangplätze der Hengste

Hengst Nr.	I korrigierter	II Lactatwert	I Rang	II
Jahr 1982 (n=15)				
254	0,31	0,69	12	13
259	0,67	0,37	14	6
261	1,18	0,42	15	9
262	-0,40	-0,03	5	4
267	0,17	0,48	11	10
269	-0,39	0,02	6	5
271	-0,22	0,40	7	7
277	-0,86	0,41	3	8
278	-0,19	-1,31	9	1
279	-1,15	0,73	2	14
280	0,04	-0,37	10	2
281	0,38	0,55	13	11
283	-1,19	-0,11	1	3
284	-0,21	0,80	8	15
285	-0,71	0,63	4	12
Jahr 1983 (n=21)				
350	-0,56	0,52	5	17
352	-0,87	-0,28	2	2
354	-0,26	0,67	7	19
355	0,47	0,69	19	21
356	-0,23	0,54	8	18
357	-0,19	0,26	10	9
358	-0,85	0,06	3	6
360	0,03	0,32	14	11
363	0,08	0,46	15	14
365	-0,15	0,49	11	15
366	-0,20	0,67	9	19
368	-0,27	0,03	6	5
369	0,64	0,27	21	10
371	-0,93	-0,23	1	3
372	0,58	0,49	20	15
373	-0,73	-0,61	4	1
374	-0,05	0,16	13	8
375	0,10	-0,13	16	4
377	-0,07	0,45	12	13
378	0,46	0,37	18	12
379	0,11	0,15	17	7

Tabelle 36: Fortsetzung

Hengst Nr.	I korrigierter	II Lactatwert	I Rang	II
Jahr 1984 (n=20)				
401	-0,58	-0,27	9	3
402	-1,78	-0,09	1	8
403	0,63	0,27	20	18
405	-0,33	-0,19	16	5
407	-0,56	-0,01	10	10
408	-1,15	-0,40	2	2
409	-0,54	0,02	12	11
410	-0,55	-0,15	11	6
411	0,41	0,27	19	17
413	-0,27	-0,04	17	9
414	-0,59	-0,46	8	1
416	-0,36	-0,12	14	7
417	-0,89	0,02	5	11
418	-0,63	-0,20	7	4
419	-0,36	0,39	14	20
421	-0,18	0,19	18	15
423	-0,47	0,32	13	19
424	-0,98	0,06	4	14
426	-1,06	0,25	3	16
427	-0,67	0,05	6	13

- AITKEN, M. M., M. G. ANDERSON, G. MACKENZIE, J. SANFORD (1974):
Correlation between physiological and biochemical parameters used
to assess fitness in the horse.
J. S. Afr. Vet. Ass. 45, 361-370
- ALLEN, B. V., D. G. POWELL (1983): Effects of training and time of
day of blood sampling on the variation of some common haematological
parameters in normal Thoroughbred racehorse.
Equine Exercise Physiology; D. H. Snow, S. G. B. Persson, R. J. Rose
(Hrsg); Granta Editions, Cambridge, 328-335
- ANDERSON, M. G. (1975): The influence of exercise on serum enzyme
levels in the horse. Equine vet. J. 7, 160-165
- BLACKMORE, D. J. (1983): The biochemistry and haematology of inherent
performance. Equine Exercise Physiology; D. H. Snow, S. G. B. Persson,
R. J. Rose (Hrsg); Granta Editions, Cambridge, 344-353.
- CARDINET, G. H., M. E. FOWLER, W. S. TYLER (1963): The effects of
training, exercise and Tying-up on serum transaminase activities
in the horse. Am. J. Vet. Res. 24, 980
- CARLSON, G. P. (1983): Thermoregulation and fluid balance in the
exercising horse. Equine Exercise Physiology; D. H. Snow,
S. G. B. Persson, R. J. Rose (Hrsg); Granta Editions, Cambridge,
291-309
- EHRLEIN, H.-J., H. HÖRNICKE, W. VON ENGELHARDT, G. TOLKMITT (1973):
Die Herzschlagfrequenz während standardisierter Belastung als Maß
für die Leistungsfähigkeit von Pferden. Zbl. Vet. Med., Reihe A,
20, 188
- VON ENGELHARDT, W., H. HÖRNICKE, H.-J. EHRLEIN, E. SCHMIDT (1973):
Lactat, Pyruvat, Glucose und Wasserstoffionen im venösen Blut bei
Reitpferden in unterschiedlichem Trainingszustand.
Zbl. Vet. Med., Reihe A, 20, 173-187

GERBER, H., R. STRAUB, P. TSCHUDI (1977): Total Bilirubin in different breeds of horses. First International Symposium on Equine Hematology, 241-245

GROSSKOPF, J. F. W. , VAN RENSBURG, J. J. (1983): Some observations on the haematology and blood biochemistry of horses during a 210 km endurance ride. Equine Exercise Physiology; D. H. Snow, S. G. B. Persson, R. J. Rose (Hrsg); Granta Editions, Cambridge, 416-424

GROSSKOPF, J. F. W., VAN RENSBURG, J. J., H. J. BERTSCHINGER (1983): Haematology and blood biochemistry of horses competing in 80 km endurance rides. Equine Exercise Physiology; D. H. Snow, S. G. B. Persson, R. J. Rose (Hrsg); Granta Editions, Cambridge, 425-431

GRÜN, E., H. ROHRMANN (1976): Das Verhalten einiger Enzyme im Blutserum von Sportpferden während des Ausdauertrainings und bei körperlicher Belastung. II. Internationales Wissenschaftliches Symposium Leipzig 1976, 119-131

GRÜN, E., J. SCHNEIDER, H. PANNDORF, C. PREUSSE (1977): Das Verhalten von Serumenzymen bei trainierten Galopprennpferden im Verlauf von zwei Rennjahren. Mh. Vet. Med., 32, 866-873

GUY, P. S., D. H. SNOW (1977): The effect of training and detraining on muscle composition in the horse. J. Physiol., 269, 33-51

GYGAX, A., H. GERBER (1973): Normalwerte und Altersabhängigkeit des Haematokriten, der Serumkonzentrationen von Gesamtbilirubin, Calcium und anorganischen Phosphaten und der Aktivität der alkalischen Serum-Phosphatase des Pferdes.

Schweiz. Arch. Tierheilk. 115, 321-332

JAROV, KISJOV (1976): Untersuchungen der Beziehungen physiologischer Parameter zur Leistungsfähigkeit des Pferdes. II. Internationales Wissenschaftliches Symposium Leipzig 1976, 51-60

JUDSON, G. J., H. C. FRAUENFELDER, G. J. MOONEY (1983a): Biochemical changes in Thoroughbred racehorse following submaximal and maximal exercise. *Equine Exercise Physiology*; D. H. Snow, S. G. B. Persson, R. J. Rose (Hrsg); Granta Editions, Cambridge, 408-415

JUDSON, G. J., G. J. MOONEY, R. S. THORNBURRY (1983b): Plasma biochemical values in Thoroughbred horses in training. *Equine Exercise Physiology*; D. H. Snow, S. G. B. Persson, R. J. Rose (Hrsg); Granta Editions, Cambridge, 354-361

KERR, M. G., D. H. SNOW (1983): Plasma enzyme activities in endurance horses. *Equine Exercise Physiology*; D. H. Snow, S. G. B. Persson, R. J. Rose (Hrsg); Granta Editions, Cambridge, 432-440

KRZYWANEK, H., A. SCHULZE, G. WITKE (1972): Das Verhalten einiger Blutparameter bei Trabrennpferden nach definierter Belastung. *Berl. u. Münch. Tierärztliche Wochenschrift* 85, 325

KRZYWANEK, H. (1973): Untersuchungen zur Beurteilung der aktuellen Leistungsfähigkeit von Trabrennpferden. *Zbl. Vet. Med., Reihe A*, 20, 265-276

KRZYWANEK, H., A. SCHULZE, G. WITKE (1974): Veränderung von Blutparametern bei Trabrennpferden durch intermittierende Belastung. *Europ. J. appl. Physiol.* 32, 329-340

MILNE, D. W., R. T. SKARDA, A. A. GABEL, L. G. SMITH, K. AULT (1976): Effects of training on biochemical values in Standardbred horses. *Am. J. Vet. Res.* 37, 285

PANNDORF, H., J. SCHNEIDER, B. MÖHRING, G. WERNER (1980): Zum Verhalten der Milchsäurekonzentration im Blut beim Training von Galopprennpferden. *Mh. Vet. Med.* 35, 734-739

RAUCH, B. (1983): Enzyme, Mineralstoffe und Metaboliten im Blutserum von Springpferden und deren Veränderung unter Einfluß der Turnierbelastung. *Diss. agr. Bonn*

RIETHMÜLLER, H., A. WELS (1972): Trainingswirkungen an Vollblütern I. Mitteilung: Muskelspezifische Enzyme. Zbl. Vet. Med., Reihe A, 19, 537-545

ROBERTSON, S., J. N. JUCKE, G. M. HALL (1983): Further study of the Arab Horse Society's Marathon Race. Equine vet. J. 15, 280-282

SAIBENE, F., G. CORTOLLI, P. GAVAZZI, A. SALA, M. FAINA, F. SARDELLA (1985): Maximal aerobic (lactic) capacity and power of horse. Equine vet. J. 17, 130-132

SCHEUNERT, A., F. W. KRZYWANIEK (1926): Über reflektorisch geregelte Schwankungen der Blutkörperchenmenge. Pflügers Archiv f. d. gesamte Physiologie 212, 477-485

SCHEUNERT, A., C. MÜLLER (1926): Einfluß von Bewegung und sportlicher Höchstleistung auf die Blutbeschaffenheit des Pferdes. Pflügers Archiv f. d. gesamte Physiologie 212, 468

SCHMIDL, M. (1981): Laboruntersuchungen für die Diagnose und Verlaufskontrolle in der Veterinärmedizin. 2. Auflage, Boehringer Mannheim GmbH

SCHRÖPFER, T. (1984): Blutwerte bei Trabrennpferden: Veränderungen durch Training und kurze, intensive Belastung. Diss. med. vet. München

SERGIJENKO, G. F. (1976): Beziehungen zwischen Kennwerten des Blutes bei im Training stehenden Trabern. 2. Internationales Wissenschaftliches Symposium Leipzig, 61-65

SIX, B. (1982): Vorbereitung der Junghengste zur Eigenleistungsprüfung. Bayern's Pferdezucht und -sport, Mai, Zuchtbeilage, 8,9

SIX, B. (1985): Persönliche Mitteilung

- SNOW, D. H., M. G. KERR, M. A. NIMMO, E. M. ABBOTT (1982): Alterations in blood, sweat, urine and muscle composition during exercise in the horse. *Veterinary Record*, 110, 377-384
- SNOW, D. H., D. K. MASON, S. W. RICKETTS, T. A. DOUGLAS (1983): Post-race blood biochemistry in Thoroughbreds. *Equine Exercise Physiology*; D. H. Snow, S. G. B. Persson, R. J. Rose (Hrsg); Granta Editions, Cambridge, 389-399
- SOMMER, H. (1980): Die Bestimmung der Enzymaktivitäten im Blutserum bei Pferden zur Diagnose und Verlaufskontrolle von Behandlungen. *Der Praktische Tierarzt*, 61, 24-31
- SOMMER, H. (1981): Wozu können Blutuntersuchungen bei Galoppfern nützlich sein? *Vollblut- Zucht und Rennen*, 86, 122-125
- SOMMER, H (1983): Blood profile testing in racehorse. *Equine Practice*, 5, 21
- SOMMER, H., I. BEST, M. FILTHAUT (1981): Beziehungen zwischen verschiedenen Blutserumparametern und den erzielten Gewinnsommen von Galoppfern. *Der Praktische Tierarzt*, 62, 653
- SOMMER, H., A. SZEMMES, U. FELBINGER (1982): Zum Einfluß der Rennbelastung auf die Aktivität verschiedener Enzyme und den Gehalt einiger Metaboliten im Blutserum von Galoppfern. *Tierärztliche Umschau*, 37, 751-759
- THORNTON, J., B. ESSEN-GUSTAVSON, A. LINDHOLM, D. MCMIKEN, S. PERSSON (1983): Effects of training and detraining on oxygen uptake, cardiac output, blood gas tensions, ph and lactate concentrations during and after exercise in the horse. *Equine Exercise Physiology*; D. H. Snow, S. G. B. Persson, R. J. Rose (Hrsgb); Granta Editions, Cambridge, 470-468

WILSON, R. G., R. B. ISLER, J. R. THORNTON (1983): Heart rate, lactic acid production and speed during a standardized exercise test in Standardbred horses. Equine Exercise Physiology; D. H. Snow, S. G. B. Persson, R. J. Rose (Hrsg); Granta Editions, Cambridge, 487-496

N. N.: Tierzuchtgesetz vom 20 April 1976. Bundesgesetzblatt, Nr. 45, 1976

N. N.: Arbeitswerte in der Laboratoriumsdiagnostik, Fachgruppe Innere Medizin der DVG, Kalender für die tierärztliche Praxis 1977, Hrsg. Redaktion "Tierärztliche Praxis"

N. N.: Verordnung über die Körung von Hengsten vom 20. August 1979. Bundesgesetzblatt, Teil I 1979, 1490

N. N.: Grundsätze für die Durchführung der Leistungsprüfung und für die Feststellung des Zuchtwertes. Bundesgesetzblatt, Teil I 1979, 1492

N. N.: Dritte Verordnung zur Änderung der Tierzuchtverordnung vom 15. September 1981. Abschnitt II, Bayer. Gesetz- und Verordnungsblatt Nr.: 21/1981

N. N.: Zuchtbuchordnung des Landesverbandes Bayerischer Pferdezüchter e.V.

DANKSAGUNG

Mein aufrichtiger Dank gilt Herrn Prof. Dr. H. Kräußlich für die Überlassung des Themas, die wertvollen Hinweise und die großzügige Unterstützung meiner Arbeit.

Mein Dank gilt besonders Herrn Dr. Ö. Katona für die stets bereitwillige Hilfe bei den Blutentnahmen und für die verständnisvolle und aufmerksame Betreuung bei der Anfertigung dieser Arbeit.

Ferner danke ich Herrn Privatdozent Dr. Dr. habil. F. Graf und Herrn Prof. Dr. Dr. habil. K. Osterkorn für ihren Rat bei den biochemischen und statistischen Problemen.

Außerdem gilt mein Dank den Mitarbeitern der Bayerischen Landesreit- und Fahrschule, insbesondere Herrn Dr. Tewes, Herrn Six und Herrn Mayr.

LEBENS LAUF

Name:	Dietz DONANDT
Geburtsdatum:	8. April 1957
Geburtsort:	Karlsruhe
Eltern:	Herrmann Donandt, Hochschullehrer Ilse Donandt, geb. Bossert
1963 - 1966	Volksschule in Karlsbad-Spielberg
1966 - 1976	Bismarck-Gymnasium in Karlsruhe
1976 - 1978	Schmiedelehre mit Gesellenprüfung in Neu-Isenburg
1978 - 1979	Wehrdienst
1979	Beginn des Studiums der Tiermedizin an der Ludwig-Maximilians-Universität München
1981	Prüfung zum Hufbeschlagschmied an der Lehrschmiede in Schwaiganger
1982	Beginn dieser Dissertation am Institut für Tierzucht und Tierhygiene, Lehrstuhl für Tierzucht
4. Dezember 1984	Abschluß der Tierärztlichen Prüfung

